参考資料　航空機騒音測定・評価マニュアル補足説明

本資料は、航空機騒音測定・評価マニュアルを活用するための補足説明として、利用者がマニュアルの内容を理解する上で参考となる解説、及び実際の測定・評価に際して発生しやすい事象とその対処方法を述べる。

1. 測定器

1.1 騒音計の性能

マニュアル P.9

3.1 騒音計

3.1.1 騒音計の基本性能

本マニュアルによる航空機騒音の測定には、計量法第 71 条の条件に合格し[(1)]、JIS C 1509-1 の仕様に適合する[(2)]騒音計（サウンドレベルメータ）で、次のいずれかの機能を備えているものを使用する。なお、本マニュアルでは、騒音計を以下の 2 つの型に分類し、それぞれの機能に応じた測定方法を示す。

Ⅰ型騒音計：（略）
Ⅱ型騒音計：（略）

注記1　JIS C 1509-1 では、EMC（電磁両立性）に関する性能[(3)]が規定されており、これに適合する騒音計は、電磁波等による影響が規格の許容限度値以内である。一方、これに適合していない騒音計は、強力な電磁波による影響を受けていたとしても、それを確認する手段がなく、またその際には騒音計の性能は保証されない。よって、本マニュアルでは JIS C 1509-1 に適合する騒音計を使用する。

注記2　（略）

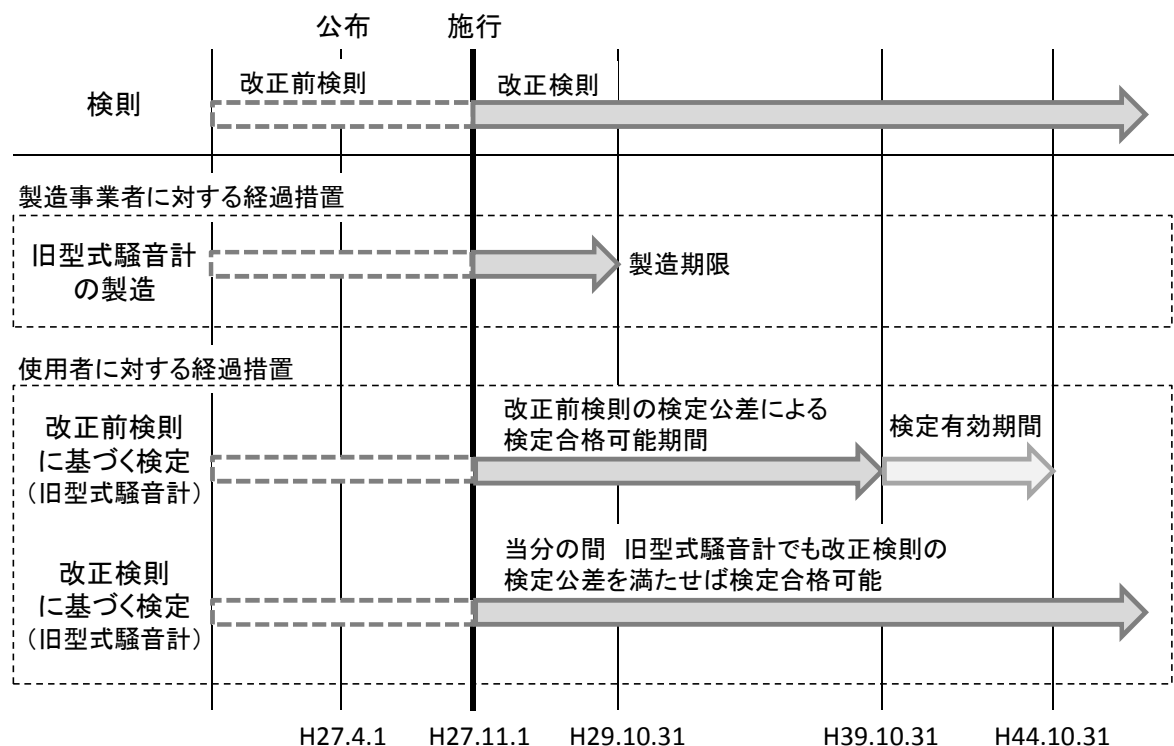
注記3　JIS C 1509-1 に適合する騒音計が使用できない場合、JIS C 1502 又は JIS C 1505 に適合する騒音計を使用してもよい。騒音計の更新や新規購入時には、JIS C 1509-1 に適合する機種を選定する。

(1) 計量法第 71 条の条件

航空機騒音に係る環境基準の告示において、「測定は、計量法第 71 条の条件に合格した騒音計を用いて行うものとする。」としており、この条件を満たさない騒音計で測定した結果は環境基準の基準値と比較して評価することはできない。計量法第 71 条は、検定合格の条件を定めるものであり、計量法第 71 条の条件に合格した騒音計とは、検定に合格している騒音計である。検定に合格していることは、有効期間内の検定証印等（検定証印又は基準適合証印）が付されていることで確認が可能である。また、航空機騒音を測定・評価し、公表することは計量法上の証明に当たることから、計量法の観点からも有効期間内の検定証印等が付されていない騒音計は使用することできない（計量法第 16 条）。

検定の技術基準は、特定計量器検定検査規則（以下「検則」という。）で規定されているが、検則が平成 27 年 4 月 1 日に改正公布され、平成 27 年 11 月 1 日に施行されることとなった。今回の改正では、JIS C 1509 とは別に検則に引用するために平成 26 年 12 月に制

定された JIS C 1516（国際規格である IEC 61672-1:2013 及び IEC 61672-2:2013 と整合）を引用することで、「使用環境に応じた性能要求事項及びその検査方法等の追加」、「検定公差及びその検査方法を厳格化」、「校正方法の国際整合化」などの変更が実施された。これにより、平成 27 年 11 月 1 日以降に型式承認を受ける騒音計は、改正検則に合格することとなる。

なお、改正検則には経過措置が設定されている（**参図** 1.1 参照）。平成 27 年 10 月 31 日までに型式承認を受けた騒音計は平成 29 年 10 年 31 日までは製造可能である。したがって、平成 27 年 11 月 1 日以降に騒音計を購入した場合でも、改正検則に基づく検定に合格しているとは限らないので注意が必要である。これらの騒音計を含めて改正前検則により型式承認を受けた騒音計（以下「旧型式騒音計」という。）は、平成 39 年 10 月 31 日までは、改正前検則の基準により検定に合格することが可能である。この期限の直前に検定に合格した騒音計は、検定の有効期限は 5 年であるので、最長で平成 44 年 10 月 31 日まで使用可能である。それ以降については、旧型式騒音計は、改正検則の検定方法に基づき検定公差を満たせば引き続き検定に合格して使用することが可能であるが、検定公差を満たせない場合は検定に不合格となる。JIS C 1509-1 に適合する騒音計は、改正検則の検定公差を満たすものもあるが、JIS C 1502 及び JIS C 1505 適合の騒音計は一般に改正検則の検定公差を満たすことは難しいと考えられる。なお、旧型式騒音計は、平成 27 年 11 月 1 日以降であれば改正後の検定公差の基準で検定を受検することも可能であるので、経過措置期限である平成 39 年 10 月 31 日以前に余裕をもって対応することが望ましい。

参図 1.1　**改正検則の経過措置**

(2) JIS への適合

本マニュアルは、環境基準の達成とそれを維持する上で、航空機騒音の実態を適切に把握・評価することが重要であるとの認識から、統一的な測定・評価を行うための標準的な方法を示したものである。

騒音計については、上述のマニュアル作成の基本的な考え方に基づいて、騒音測定に現在の技術水準を反映させるために、現行の規格である JIS C 1509-1（2005 年制定）に適合する騒音計を使用することとした。

JIS C 1509-1 に適合する機種と廃止された規格の JIS C 1502（1990 年制定）又は JIS C 1505（1990 年制定）に適合する機種（JIS C 1509-1 には適合しない）との主な違いは EMC（電磁両立性）に関する保証がされているか否かであり、その他の電気音響特性については大きな違いはない。

騒音計に関する従来の規格は、JIS C 1502「普通騒音計」と JIS C 1505「精密騒音計」の二つの規格に分かれていたが、現行の規格は一つの規格 JIS C 1509-1 にまとめられており、精度の等級はクラス 1（従来の精密騒音計に対応）とクラス 2（従来の普通騒音計に対応）への分類に改められている。本マニュアルによる測定では、クラス 1 又はクラス 2 のどちらの騒音計を用いてもよい。騒音計の性能は、クラスにより許容される信頼性の範囲が異なるが、基本的には JISC 1509-1 の仕様に適合する騒音計である限りは必要な電気音響性能を保持している。なお、JIS C 1509-2「サウンドレベルメータ（騒音計）－第 2 部：型式試験」は、騒音計の試験方法を規定する規格である。

平成 27 年 4 月 1 日の検則改正により、検定合格の条件が JIS C 1509-1 に概ね整合した JIS C 1516 により定められるようになった。しかし、JIS C 1516 には JIS C 1509-1 に規定される EMC に関する仕様・試験方法等が一部規定されないことから、引続き JIS C 1509-1 に適合する騒音計を使用することとした。

(3) 騒音計の EMC（電磁両立性）に関する性能

航空機騒音の測定の現場では、様々な電磁波が存在している可能性があるが、測定者はその存在や電界の強さについて通常は知ることができない。JIS C 1509-1 では、少なくとも 26 MHz から 1 GHz までの周波数範囲にわたる電界の強さが 10 V/m（実効値）までの無線周波電磁界が存在しても騒音レベルが 70 dB 程度の音の測定に影響を与えない性能を規定している。

EMC の性能を規定する通則（IEC 61000 シリーズ）が、広く普及している新世代の携帯電話の使用している周波数を含むように改訂されたのに伴い、最近の騒音計は、2.7 GHz までの周波数の無線周波電磁界に対して影響を受けない性能となっている。

1.2　ウインドスクリーンの性能

> マニュアルP.9
>
> 3.1 騒音計
>
> 3.1.2 ウインドスクリーン
>
> 　風雑音の影響を低減するために、騒音計のマイクロホンには必ず全天候型のウインドスクリーンを装着する。

　本マニュアルによる測定では、騒音計を長時間連続稼働させるため、降雨の場合も想定し、全天候型のウインドスクリーンを装着することとした。そのため、全天候型のウインドスクリーンを装着した状態で JIS C 1509-1 に適合している騒音計を使用することとなる。ただし、JIS C 1509-1 の制定以前に製造された全天候型のウインドスクリーンについては、更新や新規購入時までの間は、使用してもよいこととする。

　一般的に使用されている全天候型のウインドスクリーンを装着した際の風雑音は、風速 10 m/s の定常的な風に対して騒音レベルで 55 ~ 60 dB 程度である。なお、騒音計に通常附属しているウインドスクリーンを装着した際は、同様の条件において 65 dB 程度である。

1.3　騒音の自動監視装置の機能

マニュアル P.10

3.2 騒音の自動監視装置

航空機騒音の自動監視には、3.1 に規定する騒音計で、以下の機能を備えている装置を使用する。

1)　暗騒音レベルとの比較により測定対象を識別する機能（6.4.1（1）2)及び(2）2）参照)。ただし、準定常騒音においては、準定常騒音を測定・評価の対象とする場合に限る。
2)　単発騒音において、航空機と航空機以外の騒音を識別する機能（6.4.1（1）2)参照）
3)　時刻を記録する機能

通年測定の場合は、上記のほかに以下の機能を備えている装置を使用する。

4)　時刻を自動的に調整する機能
5)　短時間の停電に対する電源のバックアップ機能

現在では、航空機と航空機以外の音源を識別する多くの方法が開発・実用化されている。以下はその一例である。

・騒音レベルの大きさや継続時間、変化パターンを基に識別する方法
・騒音の到来方向の情報を基に識別する方法
・航空機が発するトランスポンダ応答信号電波等に着目する方法
・騒音の周波数特性の違いを基に識別する方法

複数の測定地点に騒音の自動監視装置を設置し、同時測定する場合には次のような方法も用いられている。

・隣接する測定局間の騒音発生時間差で識別する方法
・レーダ航跡データと照合する方法

1.4　音響校正器の性能

> マニュアル P.10
>
> 3.3 音響校正器
>
> マイクロホンも含めて騒音計が正常に動作することを音響的に確認するために、騒音計の取扱説明書（それに類する文書を含む。以下同じ。）に記載された型式の音響校正器であり、JIS C 1515 のクラス 1 に適合する[(1)]音響校正器を使用する。
>
> 注記1　音響校正器は定期的に校正されているものを使用[(2)]する。
>
> 注記2　JIS C 1502 又は JIS C 1505 に適合する騒音計で取扱説明書に音響校正器の型式が記載されていない場合、JIS C 1515 のクラス 1 に適合する音響校正器を使用する。

(1) 音響校正器の JIS 適合

JIS C 1515 では、音響校正器が発生する音圧レベルの設計目標値に対する許容限度値をクラス 1 で± 0.3 dB、クラス 2　で± 0.5 dB と規定している。この値には試験における測定の不確かさを含んでおらず、不確かさを含んだ対応する現行の国際規格（IEC 60942:2003）の許容限度値は、それぞれ± 0.4 dB、± 0.75 dB である。クラス 2 の許容限度値は本マニュアルの目的に対して大きすぎると判断し、クラス 1　の音響校正器を使用することとした。これには、気圧補正の不要な現場の使用に適したクラス 1　の音響校正器が市場に広く流通していることも考慮した。

(2) 音響校正器の校正

音響校正器は、測定現場における騒音計の動作確認に使用するとともに、平成 27 年 11 月 1 日以降に型式承認を受けた騒音計に対しては、レベル指示値の調整の基準となる（参 20 頁「3.3　騒音計のレベル指示値の調整」参照）。これらを正しく行うためには、使用する音響校正器が正しい精度を確保していることが前提となる。

ISO 1996-2:2007 においては、一年に一度、音響校正器を校正することが推奨されている。しかし、日本においては、校正実施時の器差の実績より 3 年以内であれば大きな器差は生じていない。これを踏まえ、３年を超えない周期で音響校正器の校正を行うべきである。

音響校正器の校正は、通常、製造業者等で行うものであり、使用者が独自に行うことはできない。また、校正に使用するマイクロホンの標準器は、国家計量標準にトレーサビリティが確保できる計量器であるべきであり、国家計量標準にトレーサビリティが確保できる標準器による校正は、以下の二つの場合が考えられる。

① JCSS 登録事業者またはそれと同等とみなせる海外の登録事業者による校正であること。（この場合、校正された音響校正器には JCSS 校正証明書が付されていることが望ましい。）

なお、同等とみなせる海外の登録事業者とは、例えば、国際試験所認定協力機構（ILAC）又はアジア太平洋試験所認定協力機構（APLAC）の相互承認取決に署名している機関から、ISO/IEC 17025 への適合について認定、登録を受けている事業者のことをいう。

② 国家計量標準にトレーサビリティが確保できる標準器を所有する製造業者による校正であること。（この場合、校正された音響校正器には，試験成績書及びトレーサビリティ体系を証明する書類が付されていることが望ましい。）

1.5　レベルレコーダの用途

マニュアル P.10

3.4 レベルレコーダ

測定中の騒音レベルの変動の監視、暗騒音レベルの確認等の目的でレベルレコーダを使用する場合には、JIS C 1512 に適合するものを使用する。なお、レベルレコーダの記録用紙から最大騒音レベル等を読み取ってはならない。

レベルレコーダの記録用紙から最大騒音レベルを読み取り測定結果とする場合、レベルレコーダを含めた測定システム全体を騒音計とみなす必要がある。計量法でも、規格でも、騒音レベルは「騒音計」の表示装置上で読み取った値を対象として性能を評価している。レベルレコーダを騒音計の表示装置としてみた場合、表示分解能、リニアリティレンジ、トーンバースト応答など、明らかに JIS C 1509-1 に適合することができない。したがって、レベルレコーダは最大騒音レベルを読み取る装置としては適していない。

一方で、以下に示す用途など、およその目安の把握や測定の補助として使用する上では有用な装置である。

① 暗騒音の監視
② 航空機騒音の発生時刻のチェック
③ 測定値が有効か欠測かのチェック
④ 暗騒音レベル及び残留騒音レベルの読み取り
⑤ 航空機騒音問題等に対処する際の記録

2. 測定地点の選定

2.1　測定地点の選定方法

マニュアル P.11

4.1 測定地点の選定方法

当該地域に関する事前調査により、測定候補地点を定める。[1]事前調査は、土地利用状況の把握、当該飛行場の運用及び航空機の運航状況の把握、主要な航空機による飛行経路の把握により行うものとする。その後、個々の候補地点について、現地踏査[2]を実施し、実際の飛行経路、航空機騒音の暴露状況及び周辺条件を把握し、測定に適していることを確認したうえで、測定地点を選定する。

航空機騒音の暴露状況を正確に測定・評価する上での条件は、測定地点により大きく異なるため、事前調査及び現地踏査を実施して測定・評価の目的に合うことを確認することが必要である。その際、以下に示す事項に留意すること。

(1) 測定候補地点の選定

(a). 測定・評価の対象とする地域の全体を眺めて配置のバランスを考慮する。
(b). 通年測定の測定地点がある場合は、その配置を考慮する。
(c). 決められた場所で測定することが必要な場合は、相互に近接する場所でもよい。

(2) 現地踏査

(a). 当該地域で観測される航空機騒音の主要なものについて、最大騒音レベルが暗騒音のレベルから少なくとも 10dB 以上、可能であれば 15dB 以上確保できる地点で、暗騒音が測定の妨げにならない地点であること。暗騒音の音源として想定されるものは、道路交通、鉄道、工場・事業場等のほか、学校や共同利用施設の近傍では、拡声放送、チャイム、児童の歓声等がある。その他、動物や虫の鳴き声、空調設備の稼働音等も測定の妨げとなる。暗騒音の発生状況は時間帯、曜日、季節により変化するため、十分に考慮する。
(b). 当該地域で観測される航空機の主要なものについて、飛行経路の主要な部分が見渡せる地点で、周辺の建物等による反射・遮蔽の影響が小さい地点であること。
(c). 通年測定の場合は、継続的に測定することが可能で、環境の変化が少ない地点であること。自動監視装置の設置条件としては、商用電源へのアクセスが良いこと、使用許可取得が容易であること、装置を安全に設置できること（盗難やいたずらによる被害を受けにくいこと）なども重要である。

3. 測定

3.1　対象とする騒音

マニュアル P.12

6.1 対象とする騒音

本マニュアルによる測定・評価の対象とする騒音は、当該飛行場において離陸し、又は着陸する航空機による騒音とし、飛行騒音と地上騒音[1]がこれに該当する。ただし、地上騒音のうち準定常騒音については、これによる評価量への影響が無視できる場合には、測定・評価の対象から除いてもよい。[2]

(1) 飛行騒音と地上騒音

飛行場近傍、特に滑走路近傍（滑走路側方、誘導路側方及び滑走路端）の測定地点では、滑走路等から発生する飛行騒音に加え、誘導路やエプロン等から発生する地上騒音が観測される。（参表 3.1 参照）

地上騒音はタクシーイングに伴う騒音が単発騒音として観測される場合を除き、準定常騒音として観測される。一方、飛行騒音は単発騒音として観測される。

参表 3.1　飛行騒音と地上騒音

発生区分	時間変動区分	運航形態等	発生位置	WECPNL での評価	L_{den} での評価
飛行騒音	単発騒音	上空通過(リバーサルフライトなど)の騒音	上空	○	○
		着陸時の周回飛行に伴う騒音	上空	○	○
		着陸進入に伴う騒音	上空	◎	◎
		進入復航(ゴーアラウンド)、ローアプローチに伴う騒音	上空	◎	◎
		離陸上昇に伴う騒音	上空	◎	◎
		タッチアンドゴーに伴う騒音	上空・滑走路	◎	◎
		離陸滑走に伴う騒音	滑走路	◎	◎
		着陸時のリバースに伴う騒音	滑走路	○	◎
		戦闘機の離陸直前のエンジン試運転に伴う騒音	滑走路	×	○
地上騒音		タクシーイングに伴う騒音(地上走行時)	誘導路	×	○
	準定常騒音	タクシーイングに伴う騒音(離陸待機時など)	誘導路	×	○
		APUの稼働に伴う騒音	エプロン	×	○
		機体の整備時のエンジン試運転に伴う騒音	エプロン	×	○
		戦闘機等のエプロンでのエンジン調整に伴う騒音	エプロン	×	○
		ヘリコプターのアイドリング・ホバリングに伴う騒音	エプロン,ヘリパッド	×	○

凡例　◎:評価する(している)、○:必要に応じて評価する(している)、×評価しない(していない)

■:滑走路近傍で観測される騒音

1）滑走路近傍で単発騒音として観測される騒音

① 離陸滑走に伴う騒音

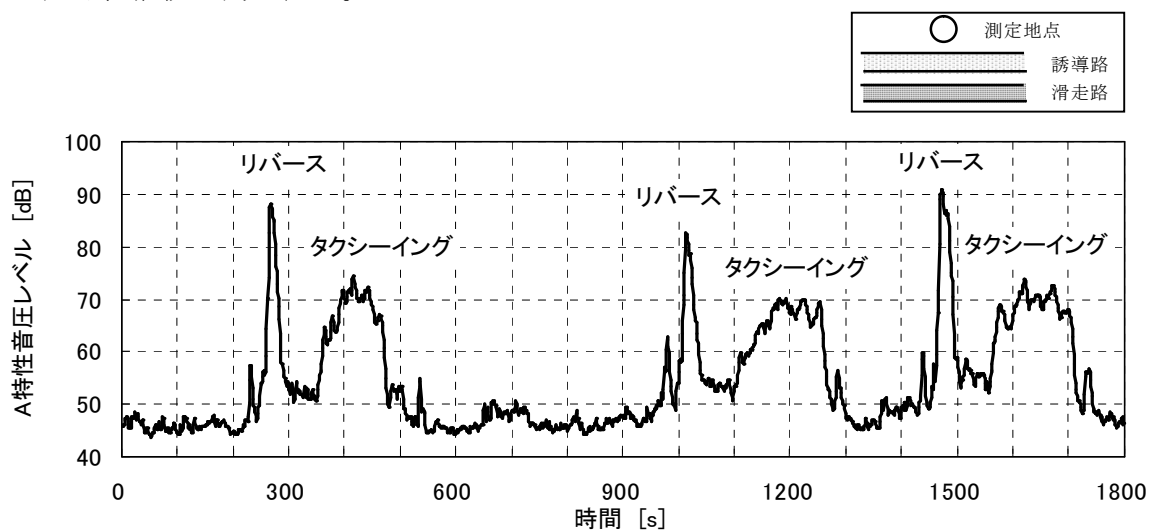
離陸する航空機が滑走路端から滑走し、滑走路半ばで浮上、上昇する際の騒音。滑走路側方では離陸滑走に伴う騒音と離陸上昇に伴う騒音が別々の単発騒音となって観測されることがある。離陸滑走の騒音は滑走開始側の滑走路端の後方でも観測される。

② 着陸時のリバースに伴う騒音

リバースを行う際の騒音。機種、路面状況等によりリバースの掛け方（エンジン出力、継続時間、実施区間）が変わる。リバースを全く行わないこともある。気象条件により観測される騒音レベルも大きく変化する。

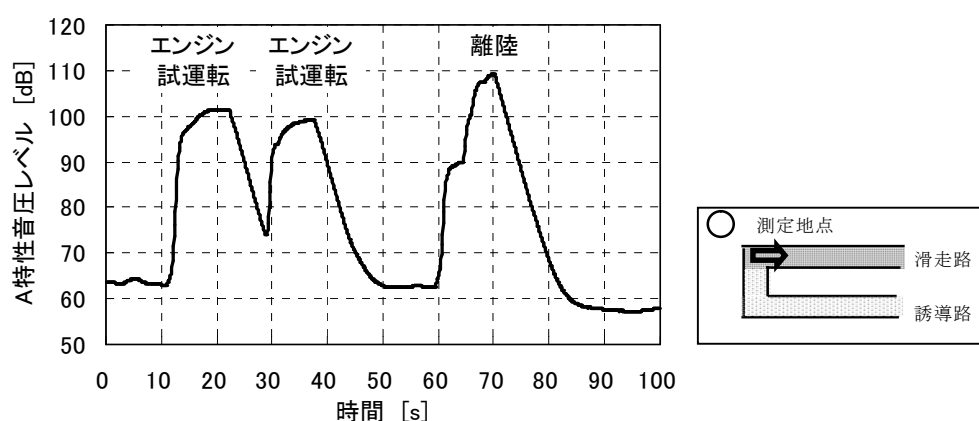
③ タクシーイングに伴う騒音（地上走行時）

タクシーイング（地上走行）を行う際の騒音。地上走行に用いるエンジン出力は、離陸滑走やリバースに比べると小さいが、測定地点が誘導路近傍の場合は、L_{den}への寄与が 1dB 程度以上となり、その影響を無視できないことがある。

参図 3.1-1 は、誘導路側方で測定されたリバースに伴う騒音とタクシーイングに伴う騒音の例である。タクシーイングに伴う騒音はリバースに伴う騒音に比べて騒音レベルは低く、継続時間は長い。

参図 3.1-1　誘導路側方でのリバースとタクシーイング（地上走行）に伴う騒音の事例

④　戦闘機の離陸直前のエンジン試運転に伴う騒音

自衛隊等が使用する飛行場において、戦闘機が滑走路端で離陸直前に高出力でエンジン試運転を行う際の騒音。試運転はエンジンの最終点検のため行われる。騒音レベルの立ち上がりが早く、継続時間は短い。試運転を実施しない機種もある。

参図 3.1-2 は、双発エンジンの戦闘機が離陸直前に行ったエンジン試運転に伴う騒音の事例である。離陸直前に各エンジン 1 回ずつ試運転を行い、その後離陸している。

参図 3.1-2　戦闘機の離陸直前のエンジン試運転に伴う騒音の事例

⑤　タッチアンドゴーに伴う騒音

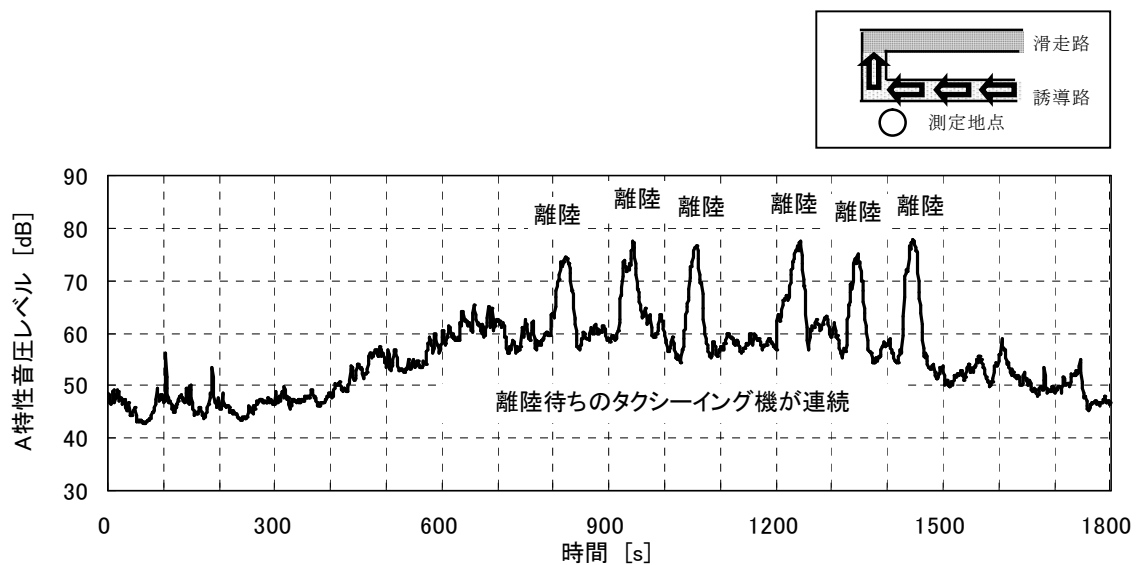
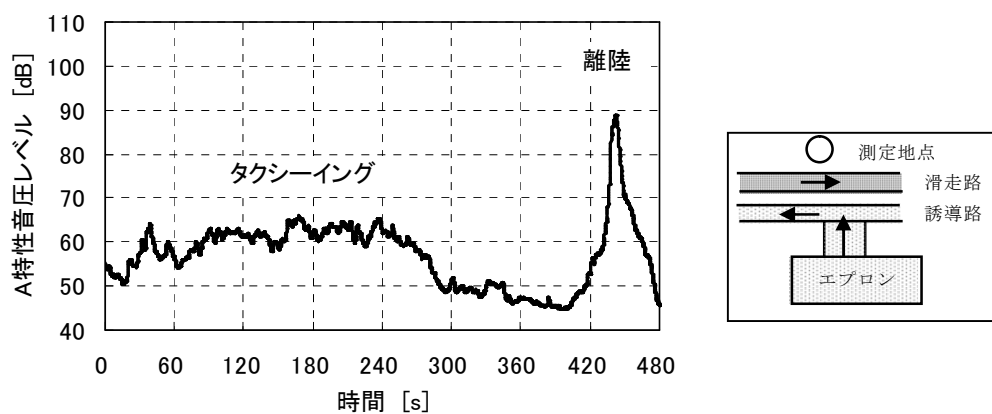
離着陸訓練等で実施するタッチアンドゴーに伴う騒音。通常の離着陸と同様、単発騒音として観測される。着陸時は通常の着陸と同様であるが、離陸時は通常の離陸に比べて地上滑走が短く、浮上・上昇も早い。そのため、離陸滑走に伴う騒音は、通常の離陸時に比べて継続時間は短く、騒音レベルも低いことが多い。

2）滑走路近傍で準定常騒音として観測される騒音

①　タクシーイングに伴う騒音（離陸待機時など）

タクシーイング中において滑走路端付近の離陸待機に伴う騒音や誘導路から離れた地点で観測されるタクシーイングに伴う騒音などが準定常騒音として観測されることがある。

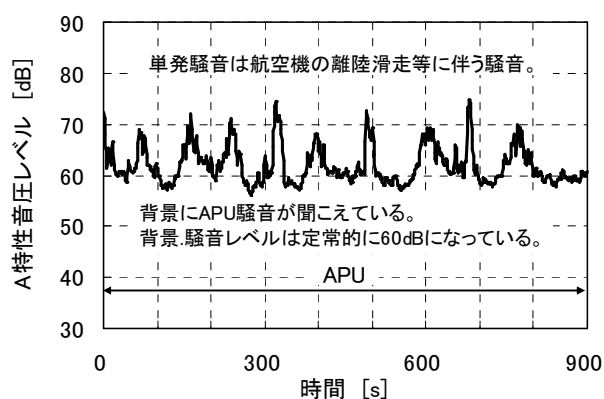
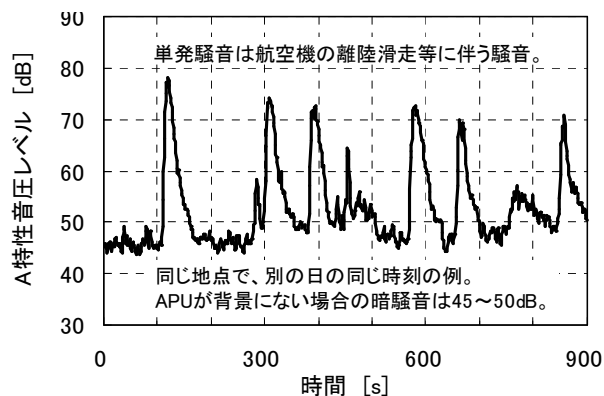
参図 3.1-3(a)は、滑走路端付近の誘導路で離陸待ちの航空機が行列をなして離陸待機している際に観測された事例である。離陸待機する複数の航空機のエンジン音が準定常騒音として観測される間に、順次、離陸滑走に伴う騒音が重畳して観測されている。

参図 3.1-3(b)は､エプロンから滑走路端へタクシーイングし､離陸するまでの騒音を、エプロンと反対側で観測した事例である。誘導路から測定点までの距離が遠いため、タクシーイングに伴う騒音は 5 分程度観測されている。

(a). 滑走路端付近の離陸待機に伴う騒音の事例

(b). 誘導路から離れた地点で観測されるタクシーイングに伴う騒音の事例

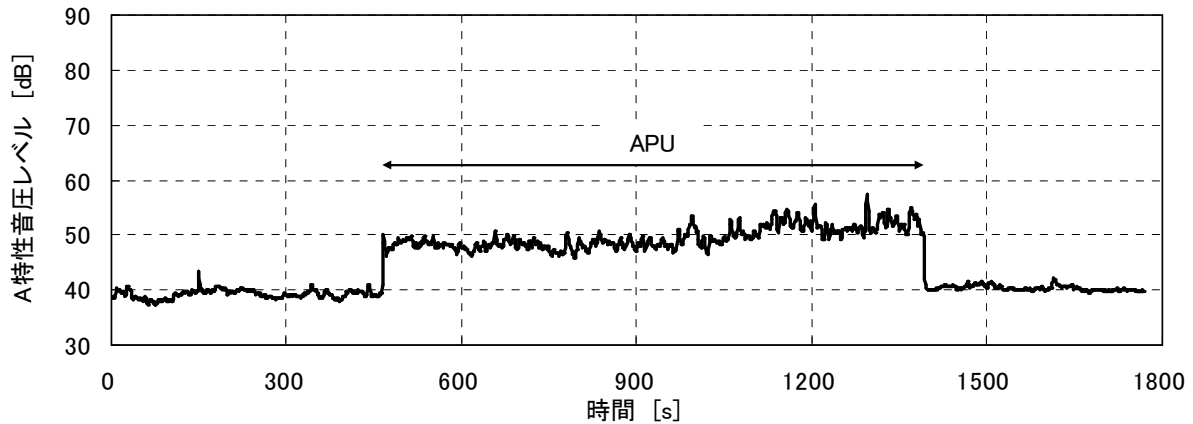
参図 3.1-3　タクシーイング（離陸待機など）に伴う騒音の事例

② APU の稼動に伴う騒音

エプロンで APU を稼働する際の騒音。運航回数の少ない空港では、航空機が旅客ターミナルへ到着してから出発するまで、APU を稼働することがある。運航回数の多い空港では、騒音対策のため、長時間の APU 稼働を制限し、移動式又は固定式の GPU（地上電源装置：Ground Power Unit の略）の使用を推奨するところもある。複数の航空機が同時に APU を稼働し、エプロンの広い範囲から騒音が観測される際には、その音源を特定することが難しいことがある。深夜時間帯に機体を整備する場合にも APU を稼働することがある。APU の稼動に伴う騒音は、騒音レベルは低いが、継続時間が長い。また、発生源が地面に近いため、周辺へ音が伝搬する際に、気象条件に左右され、伝わり方が大きく変化する。そのため、旅客ターミナル近傍に測定地点があると、その影響が無視できない場合もある。

参図 3.1-4 は、空港の運用時間帯における APU の稼働に伴う騒音が気象条件により変化する事例である。図の(a)と(b)は同一地点の別の日の観測結果である。測定地点はエプロンから滑走路を挟んで 1 km 程度離れた地点である。(a)では、APU の稼働に伴う騒音が離陸滑走等に伴う騒音と重畳して 60 dB 前後の準定常騒音となって観測されている。(b)では、APU の稼働に伴う騒音が観測されず、暗騒音が 45～50 dB 前後で観測されている。この違いは、エプロンから測定地点の方向へ風が吹いているか否かなどの気象条件の違いによるものと考えられる。

(a). APU の稼働に伴う騒音と離陸滑走等に伴う騒音が重畳する場合の事例

(b). APU の稼働に伴う騒音が観測されず、暗騒音のみが観測される事例（別の日の同時刻）

参図 3.1-4 空港の運用時間帯における APU の稼働に伴う騒音の事例

参図 3.1-5 は、航空機の運航がない深夜時間帯に機体を整備する際の APU の稼働に伴う騒音が観測された事例である。騒音レベルは 50 dB 程度と低いが、暗騒音レベルが 40dB 程度と低いため、準定常騒音が 15 分程度にわたって継続して観測されている。

参図 3.1-5　深夜時間帯における APU の稼働に伴う騒音の事例

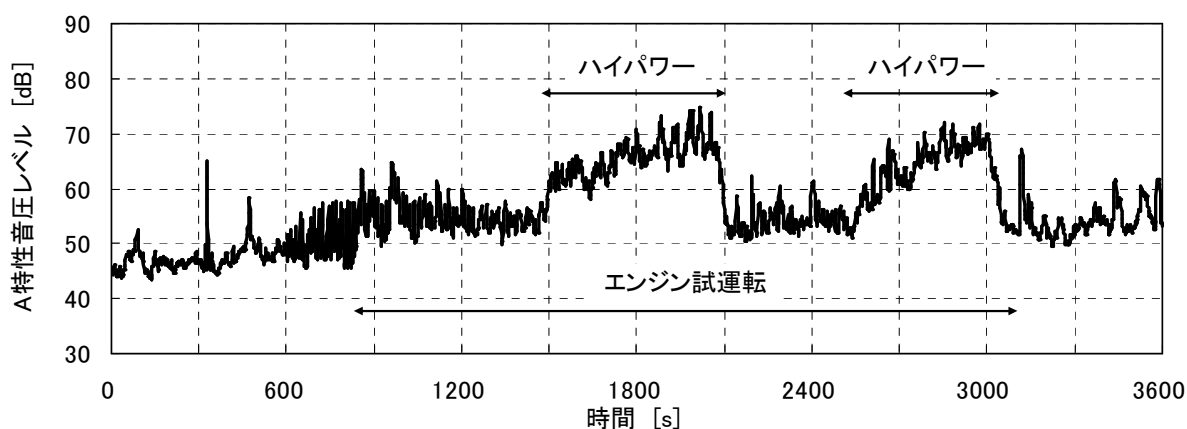
③　機体の整備時のエンジン試運転に伴う騒音

機体の整備時に実施されるエンジン試運転を行う際の騒音。航空機エンジンの整備後に、機体に取り付けて行う試運転で、エンジンテストともいう。

エンジン出力を絞ったアイドルから最大出力まで運転状況を変えながら長時間（数十分～1 時間）にわたり継続して行われることが多い。成田国際空港や大阪国際空港では、騒音対策のため、専用の試運転施設を設置している（写真 3.1 参照）。これらの施設があれば深夜時間帯に試運転を実施することもできるが、施設がない（利用できない）場合は、実施場所や実施時間帯を制限してエプロンで試運転を実施することがあり、気象条件によっては騒音の伝わり方が大きく変化する。

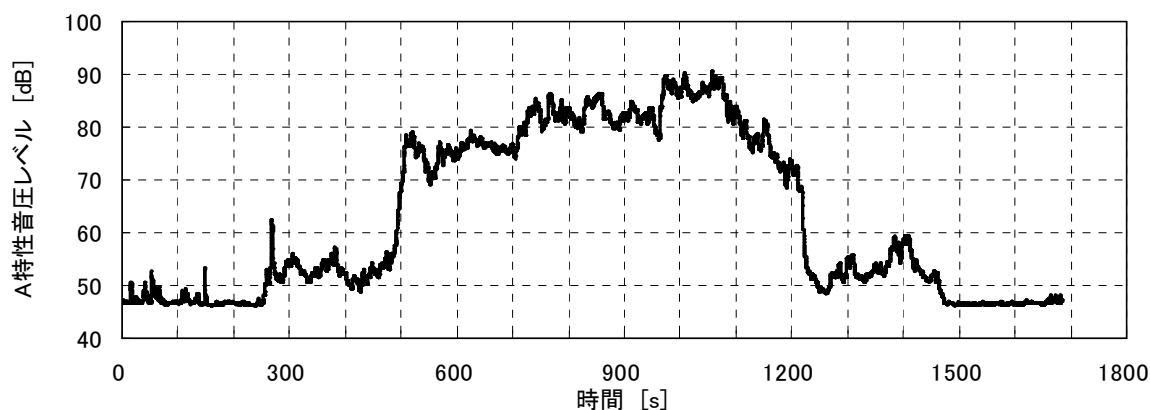
自衛隊等が使用する飛行場でも機体の整備時にエンジン試運転を実施することがあり、戦闘機のエンジン試運転のための専用施設が用意されているところもある。

写真 3.1　エンジン試運転施設（成田国際空港）

参図 3.1-6 は、エプロン上の騒音低減施設のない試運転スポットで実施された機体の整備時のエンジン試運転に伴う騒音を測定した事例である。測定地点は空港の敷地境界付近である。エンジン出力を 5～10 分間にわたり 2 回上げられているのが分かる。

参図 3.1-6　機体の整備時のエンジン試運転に伴う騒音の事例

④　戦闘機等のエプロンでのエンジン調整に伴う騒音

自衛隊等が使用する飛行場において、戦闘機等がエプロンで実施するエンジン調整の際の騒音。使用するエンジン出力は飛行時に比べて低いため、騒音レベルは低いが、継続時間は数分から数十分と長い。機種によっては 1 時間以上に及ぶ時もある。

参図 3.1-7 は、自衛隊等が使用する飛行場のエプロンにおいて、戦闘機がエンジン調整を実施した際の騒音を約 200 m 離れた地点で観測した事例である。

参図 3.1-7　戦闘機のエプロンでのエンジン調整に伴う騒音の事例

⑤　ヘリコプタのアイドリングやホバリングに伴う騒音

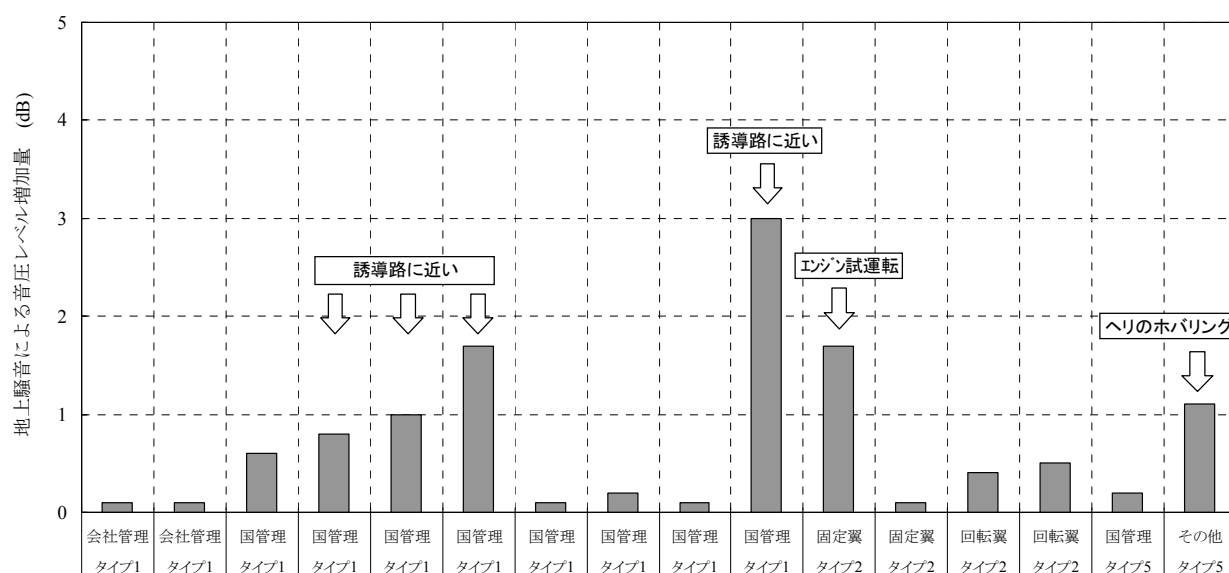
ヘリコプタがヘリポート等でアイドリングやホバリングを行う際の騒音。アイドリングはエンジン試運転の一種で、長時間にわたり行われることが多い。グランドアイドルとフライトアイドルで騒音の性状が異なる。ヘリポートではホバリングの訓練も行われることが多い。いずれの騒音も準定常騒音として長時間続くことが多い。

(2) 地上騒音のうち準定常騒音を測定・評価の対象から除いてもよい場合

地上騒音のうち準定常騒音については、これによる評価量への影響が無視できる場合には、測定・評価の対象から除いてもよい。

準定常騒音として観測される騒音による評価量への影響の程度を判断する方法として、飛行場内から測定地点に向けて音の伝わり易い気象条件（順風又は弱い温度逆転）のときに、予め無人測定と並行して有人測定を行う機会を設け、無人測定と有人測定の測定結果を比較し、有人測定で音源を特定した準定常騒音が評価量に及ぼす影響を見積もっておくと良い。その結果、単発騒音と準定常騒音から算出した測定日ごとの L_{den} と単発騒音のみから算出した測定日ごとの L_{den} とのレベルの差が整数値で 1 dB には至らないもの（目安として 0.5 dB 未満）であれば、準定常騒音は測定・評価の対象から除いてもよい。

参図 3.1-8 は国内の 12 飛行場、16 測定点での測定から、滑走路近傍で観測される騒音のうち、地上騒音が測定日ごとの L_{den}（一部、$L_{\mathrm{Aeq},T}$）におよぼす影響を調査した結果を示したものである。グラフの縦軸は各測定地点における飛行騒音と地上騒音から算出した L_{den} と飛行騒音のみから算出した L_{den} とのレベルの差を示している。

誘導路近傍の測定地点では、単発騒音として観測されるタクシーイングに伴う騒音の影響により 1～3 dB 程度、エンジン試運転に伴う騒音やヘリコプタのホバリングに伴う騒音の影響により 1～2 dB 程度の測定日ごとの L_{den}（あるいは、$L_{\mathrm{Aeq},T}$）は増加した。それ以外の測定地点では、準定常騒音として観測される騒音の影響は 0.5 dB 未満のことが多く、整数値での影響はなかった。

参図 3.1-8　地上騒音が測定日ごとの L_{den} に及ぼす影響の事例

3.2　マイクロホンの設置場所

マニュアル P.14

6.3 測定 6.3.1 測定準備

(1) マイクロホンの設置

騒音計のマイクロホンの設置場所は、測定対象となる航空機の飛行経路の主要な部分が見渡せる地点とする。この場合、マイクロホンの設置高さは、原則として地上 1.2〜1.5 m とする。また、建物等からの反射の影響を無視できる程度に小さくするために、設置面（地面又は屋上の面）以外の反射物から原則として 3.5 m 以上離れた位置に設置する。

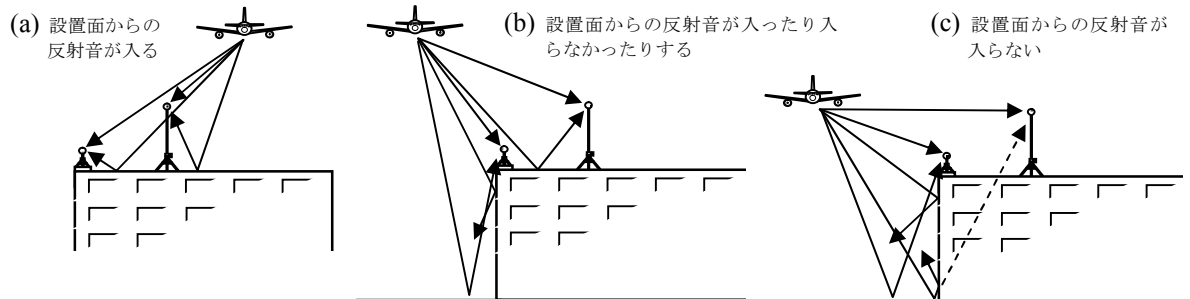
注記1　設置場所の制約により建物の屋上に設置する場合は、屋上の面から 4 m 以上とすることが望ましい。ただし、マイクロホンと音源との位置関係により、設置面からの反射の状況が変化するため、設置場所及び設置高さに注意を要する。（略）

JIS Z 8731 では、屋外の測定において、「可能な限り、地面以外の反射物から 3.5 m 以上離れた位置で測定する」ことで反射の影響はほぼ無視できる程度に小さくできるとしている。また、測定地点の高さについては「特に指定がない限り、地上 1.2~1.5 m とする」としている。しかし、航空機騒音の場合は、音源である航空機が三次元的に移動するため、設置面や建物等の反射物により、その影響が様々に変化する。特に、通年測定においては、自動監視装置の設置場所として建物の屋上に設置する等を選択せざるを得ないことも多く、設置面や建物等からの反射の影響は一段と複雑に変化する。そのため、マイクロホンの設置場所を選定する際は、当該地域における航空機騒音の状況を左右する主要な航空機の運航を対象として、マイクロホンと反射物、飛行経路等の位置関係を事前に把握し、可能な限り不要な反射の影響を避けて観測できる位置となるよう配慮する必要がある。なお、建物の屋上にマイクロホンを設置する場合、建物の高さが地面から航空機までの最短距離の 5%以下であれば、距離減衰による騒音レベルの違いは 0.5 dB 未満に止まる。

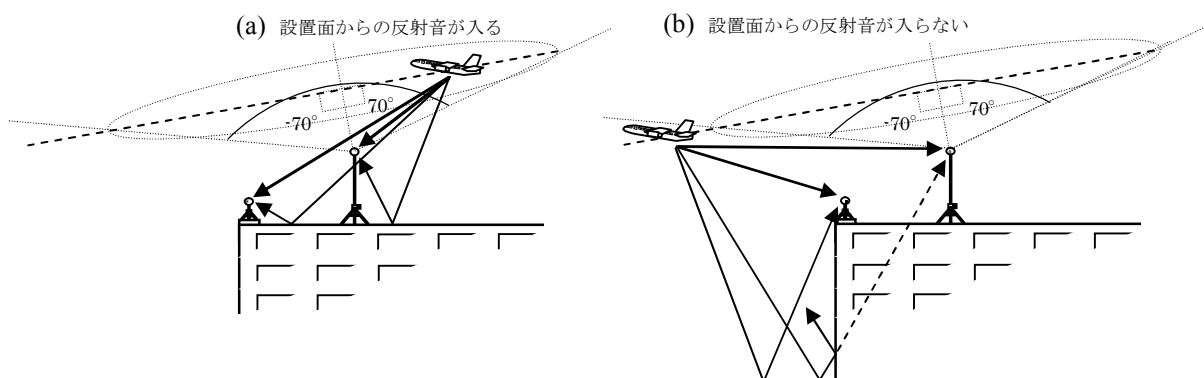
1) 飛行経路による設置面反射の状況の変化

設置場所の選定にあたっては、設置面反射の状況の変化が少なく、観測される航空機騒音の主要なもののうち 80〜90 %のデータが安定して観測できるか否かを判断の目安にするとよい。

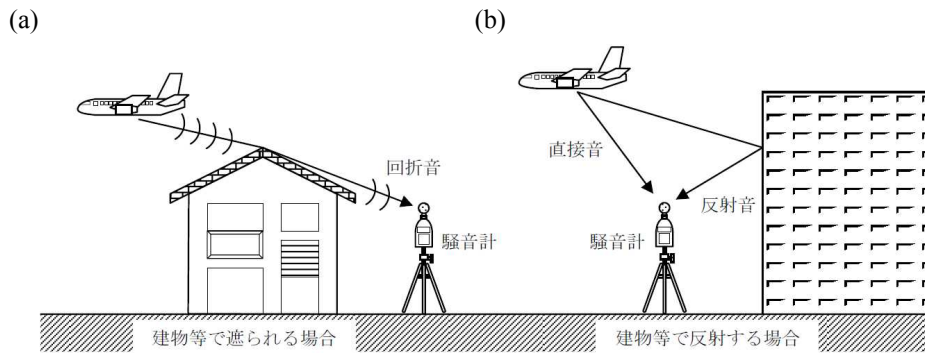
参図 3.2-1 はマイクロホンを建物の屋上の中央（高さ 4 m）又は周縁部分（高さ 1.2 ~ 1.5 m）に設置すると想定して飛行経路の違いによる反射音の入り方の変化を例示したものである。主要な飛行経路がマイクロホンの上方かつ(a)であれば、いずれの設置位置でも設置面からの反射音が常に同じように入るので問題ない。(b)では周縁だと設置面反射が地面からの反射に変わる。(a)と(b)の経路が共に重要な場合は縁では反射の入り方が異なることになり、好ましくない。他方、測定地点が滑走路側方にある場合など、音が横から来るときは(c)の状況となるが、この場合にはいずれの位置も設置面反射が入らず、違いは少ない。平行滑走路から離

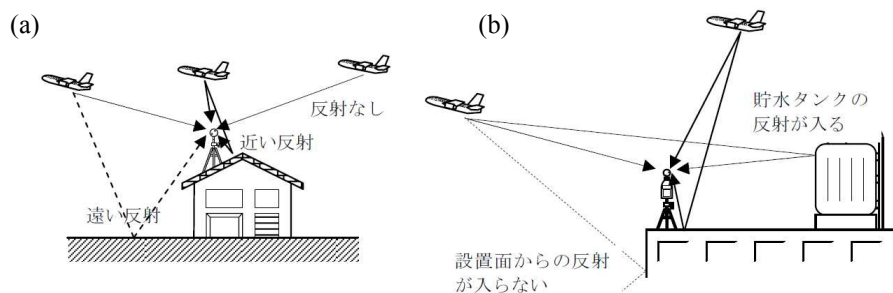
着陸する航空機の 2 つの飛行経路のうち、片方の経路の直下付近に測定地点があると、(a)~(c)の全ての経路の騒音が観測される状況になるが、この場合は、(a)又は(b)のどちらかが主要な飛行経路となる。

参図 3.2-1　飛行経路による設置面反射の状況の変化

2）上空通過前後での設置面反射の状況の変化

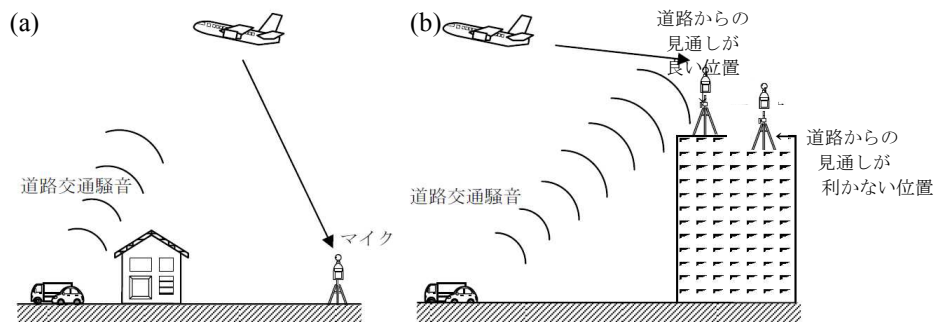
単発騒音暴露レベルの算出は、騒音レベルが ($L_{A,Smax}$－10) dB 以上の範囲のデータを用いて行うため、その範囲で設置面反射の状況が変化しないことが望ましい。参図 3.2-2 に示す通り、騒音レベルが ($L_{A,Smax}$－10) dB となる時の飛行位置は、概ねマイクロホンから飛行経路への距離が最短となる位置を基準に± 70° の方向になるので、航空機がこの範囲にいる時に設置面反射の状況が極端に変化しない場所を選ぶとよい。

参図 3.2-2　上空通過前後での設置面反射の状況の変化

3）建物等による反射・遮蔽の影響の変化及び設置面反射の状況の変化が顕著な場合

参図 3.2-3 は、地上にマイクロホンを設置する時に、(a)は音の伝搬経路の途中に建物等で遮蔽される例、(b)は測定地点の背後の建物等により顕著に反射する例である。反射・遮蔽の影響が大きければ、マイクロホンの設置場所として望ましくない。

参図 3.2-3　地上にマイクロホンを設置する場合の反射・遮蔽の例

参図 3.2-4 は、(a)は平屋の建物の屋根にマイクロホンを設置する場合に、屋根の傾斜のため、飛行位置により反射の状況が変化する事例、(b)は建物の屋上でマイクロホンの背後に貯水タンク（又は空調設備、階段室）があり、飛行位置により反射の状況が変化する事例である。反射の寄与が大きければ、マイクロホンの設置場所として望ましくない。

参図 3.2-4　建物の屋上に設置する場合の反射の例

4）暗騒音による影響が顕著な場合

参図 3.2-5 は、道路近傍に測定地点を設けなければならない場合に、道路交通騒音の影響を避ける工夫をした事例である。(a)は建物の陰にマイクロホンを置いた例、(b)は建物の屋上で道路からの見通しが良い位置を避け、見通しが利かない位置に設置した事例である。こうした工夫をしても暗騒音の影響が避けられない場合は、航空機以外の騒音を誤識別して観測される恐れがあるため、測定地点を見直すことが望ましい。なお、暗騒音レベルの許容ができるかどうかは、航空機による騒音レベルにも依存するため、一律には決められない。

参図 3.2-5　周囲の見通しと暗騒音の関係

3.3　騒音計のレベル指示値の調整

マニュアル P.15
6.3 測定 6.3.1 測定準備 (2) 測定器の動作確認 1) 短期測定の場合 測定を開始する前に音響校正器を用いて騒音計が表示した値を点検する。騒音計の取扱説明書に記載されている値との差が ±0.7 dB 以上の差であった場合には、その騒音計は測定に使用しない。 注記1　音響校正器を用いて騒音計の指示値を確認する際に，騒音計が表示すべき値は騒音計の型式ごとに決まっている。騒音計が表示すべき値は必ずしも音響校正器の公称発生音圧レベルに等しいとは限らないため，取扱説明書に記載されている値を確認すること。 注記2　騒音計が表示した値が ±0.7 dB 以上異なっている場合、故障している可能性があるため、騒音計の点検調整が必要である。 注記3　本マニュアルによる測定では、操作ミス防止の観点から、レベル指示値の調整が適切に行われていることを前提として、測定現場においては音響校正器を用いて騒音計のレベル指示値の調整は原則として行わない。

レベル指示値の調整とは、一般に騒音計の取扱説明書において校正と記載されている行為である。

平成 27 年 4 月 1 日の改正以前の検則においては、騒音計から分離できる校正装置には合番号を付すこととしており、音響校正器を用いて校正する場合は騒音計 1 台に対して 1 台の音響校正器を特定する必要があった。このため、この問題を回避するために騒音計内部の（電気校正用）信号発生器を校正装置と見なすことが認められており、型式承認を受けている騒音計のほとんどはこの内部信号発生器を校正装置としていた。

平成 27 年 4 月 1 日の検則改正により、校正は音響校正器を用いた音響校正のみが認められることとなり、合番号を付すことの代わりに騒音計の取扱説明書に当該騒音計に使用可能な音響校正器の型式を記載することが義務付けられた。したがって、平成 27 年 10 月 31 日以前に型式承認を受けた騒音計では電気信号に基づく内部校正により、平成 27 年 11 月 1 日以降に型式承認を受けた騒音計では取扱説明書に記載されている音響校正器に基づく音響校正により、レベル指示値を調整し、騒音計が正確な値を示していることを点検及び維持する必要がある。これら点検及び維持の作業は、測定の実施に先がけて、手元や環境が安定した場所において、取扱説明書に従って適切に実施されるべきである。

なお、以上のことから平成 27 年 11 月 1 日以降に型式承認を受けた騒音計については、計量法上は測定現場において音響校正器を用いてレベル指示値の調整を行うことも認められることとなるが、本マニュアルでは、手元が不安定な測定現場において音響校正器を用いて正確な調整を行うことが容易ではないこと、騒音計の型式承認時期により取扱いが異なると混乱が生じる懸念があることなどを考慮して、原則として測定現場においては、レベル指示値の調整を行わないこととした。

4. 測定データの処理

4.1　単発騒音の処理

> マニュアル P.17
>
> **6.4 測定データの処理**
>
> **6.4.2 単発騒音暴露レベルの算出**
>
> 単発騒音暴露レベル L_{AE} は、以下のいずれかの方法を用いて算出し、デシベル値の小数第 2 位以下を四捨五入して小数点以下第 1 位までの値で表す。
>
> 注記 1　（略）
>
> 注記 2　単発騒音のレベル変動により単発騒音の区間が分離する場合(1)、複数の単発騒音が重畳する場合(2)、単発騒音と妨害音が重畳する場合(3)には、上述のいずれかの方法を用いて単発騒音暴露レベルを算出すること以外に、特殊な場合として、別に処理が必要な場合もある。

単発騒音暴露レベルの算出は、単発騒音の区間を騒音レベルが($L_{A,Smax}$－10) dB 以上の時間範囲とし、そのエネルギーを積分する方法（以下「通常の算出方法」という。）で行えばよい。しかし、通常の算出方法のみでは、単発騒音暴露レベルを適切に処理できないこともある。そこで、特殊な場合の取り扱いとして、以下に幾つかの事例を取り上げ、各々の処理方法を示すこととする。ただし、後述の処理方法については、有人測定において、測定後に現地での記録を参照し、騒音レベルのデジタル記録から単発騒音の区間を抽出する場合、あるいは無人測定において、音圧信号を記録し、その記録を参照し、騒音レベルのデジタル記録から単発騒音の区間を抽出する場合に限り適用できるものである。

(1) 単発騒音のレベル変動により単発騒音の区間が分離する場合

単発騒音として観測される航空機騒音は、通常は単峰性のレベル変動を示すが、騒音レベルが複雑に変動することにより、多峰性のレベル変動を示し、単発騒音の区間が分離する場合もある。しかし、その状況は千差万別であり、測定データの処理方法を画一的に定めることは難しい。そこで、幾つかの事例を取り上げ、各々の処理方法やその方法による単発騒音暴露レベルを示すこととする。

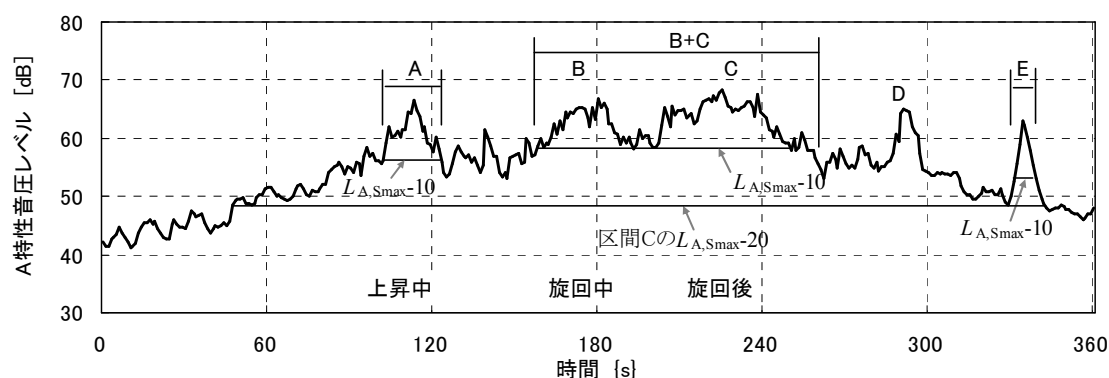
1) 旋回飛行経路の内側に測定地点がある場合

参図 4.1-1 は、旋回飛行経路の内側において、1 機の航空機が旋回飛行した際に観測された騒音のレベル変動の事例である。航空機までの距離があまり変化せず、騒音レベルが長い時間にわたって変動し、上昇下降を繰り返した結果、離陸上昇中の区間 A は 1 つの単発騒音となり、旋回中の区間 B と旋回後の区間 C は分離せず、2 つ目の単発騒音となっている。通過後にも単発的な騒音が観測され、区間 D は単発騒音とならず、区間 E は 3 つ目の単発騒音となっている。

通常の算出方法では、単発騒音暴露レベルを算出する積分範囲は図中の区間 A、区間 B+C、区間 E となり、それぞれ $L_{AE,A}$=75.0 dB、$L_{AE,B+C}$=83.5 dB、$L_{AE,E}$ =68.5 dB となる。このとき、

($L_{A,Smax}$－20) dB 以上の範囲を単発騒音の区間と判定すれば、$L_{AE,}$ =85.2 dB となる。よって、単発騒音の区間を定める積分範囲を拡大すれば、当該航空機騒音の全体を包含した単発騒音暴露レベルを算出することができる。

このような状況が頻繁に発生する場合には、積分範囲の拡大による測定日ごとの L_{den} への影響を検証しておくことが望ましい。

なお、観測された単発騒音のデータを、航空機の運航における 1 回ごとの出来事（以下「イベント」という。）と対応づけて整理する場合、基本的には 1 イベントに 1 データを対応づける。図の例では、積分範囲を($L_{A,Smax}$－20) dB 以上とした場合は、1 イベントに 1 データを対応づけることになるが、分離した単発騒音の区間をそのまま算入し、L_{AE} を通常の算出方法で求めた場合は、1 イベントに 3 データを対応づけることになる。

参図 4. 1-1　旋回飛行経路の内側に測定地点がある場合の事例

区間 A　　：$L_{A,Smax}$ =66.5 dB、$L_{AE,A}$ =75.0 dB

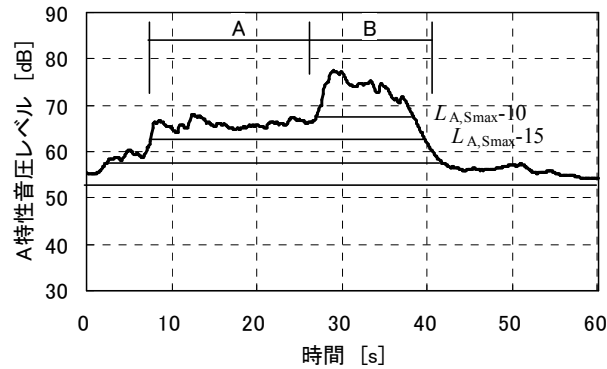
区間 B+C　：$L_{A,Smax}$ =68.2 dB、$L_{AE,B+C}$=83.5 dB

区間 E　　：$L_{A,Smax}$ =63.1 dB、$L_{AE,E}$ =68.5 dB

積分範囲を($L_{A,Smax}$－20) dB 以上とした場合：L_{AE} =85.2 dB

2) 飛行中にエンジン出力が急激に変化する場合

水平飛行や着陸進入の際に、航空機のエンジン出力が急激に変化した場合には、観測される騒音は複雑な多峰性のレベル変動を示すことがある。例えば、旅客機の運航では着陸進入の際に NO_X 等の排出ガスの抑制のため、エンジン出力を自動で調整することがある。また、戦闘機の訓練飛行ではエンジン出力を手動で調整することがある。**参図 4. 1-2** は、戦闘機が単独で旋回飛行し、着陸進入の最終段階でエンジン出力を急に上げた際に観測された騒音の事例である。通常の算出方法では、単発騒音暴露レベルを算出する積分範囲は図中の区間 B のみとなり、$L_{AE,B}$＝84.7 dB となる。区間 A は単独では単発騒音となることはないが、($L_{A,Smax}$－15) dB 以上の範囲を単発騒音の区間と判定すれば、区間 A+B が該当し、$L_{AE,A+B}$＝85.8 dB となる。よって、単発騒音の区間を定める積分範囲を拡大すれば、当該航空機騒音の全体を包含した単発騒音暴露レベルを算出することができる。なお、この事例では、これ以上、積分範囲を拡大しても、単発騒音暴露レベルの値は変わらない。

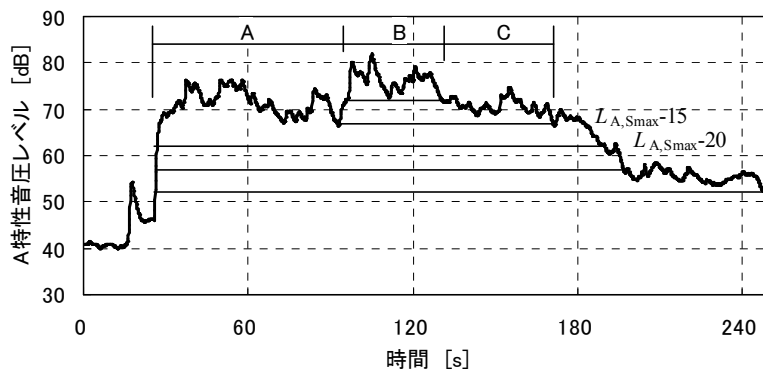
このような状況が頻繁に発生する場合には、積分範囲の拡大による測定日ごとの L_{den} への影響を検証しておくことが望ましい。

参図 4.1-2　飛行中にエンジン出力が急激に変化する場合の事例

区間 B　　　：$L_{A,Smax}$ =77.4 dB、$L_{AE,B}$=84.7 dB

区間 A+B　　：$L_{AE,A+B}$=85.8 dB

3) 戦闘機が連続離陸する場合

参図 4.1-3 は、自衛隊等が使用する飛行場で 3 機の戦闘機が相次いで離陸した際に観測された騒音の事例である。通常の算出方法では、単発騒音暴露レベルを算出する積分範囲は図中の区間 B のみとなり、$L_{AE,B}$＝92.3 dB となる。区間 A と区間 C は単独で単発騒音とはならないが、($L_{A,Smax}$－15) dB 以上の範囲を単発騒音と判別すれば、区間 C が該当し、$L_{AE,B+C}$＝93.4 dB となる。これは、通常の算出方法による L_{AE} の値に比べて 1.1 dB 大きくなる。さらに、 ($L_{A,Smax}$－20) dB 以上の範囲で判定すれば、区間 A+B+C が該当し、$L_{AE,A+B+C}$＝95.3 dB となる。よって、単発騒音の区間を定める積分範囲を拡大すれば、当該航空機騒音の全体を包含した単発騒音暴露レベルを算出することができる。なお、この事例では、これ以上、積分範囲を拡大しても、単発騒音暴露レベルの値は変わらない。

このような状況が頻繁に発生する場合には、積分範囲の拡大による測定日ごとの L_{den} への影響を検証しておくことが望ましい。

参図 4.1-3　戦闘機が連続離陸する場合の事例

区間 B：　$L_{A,Smax}$ =81.9 dB、$L_{AE,B}$=92.3 dB

区間 B+C　：　　　　　$L_{AE,B+C}$=93.4 dB

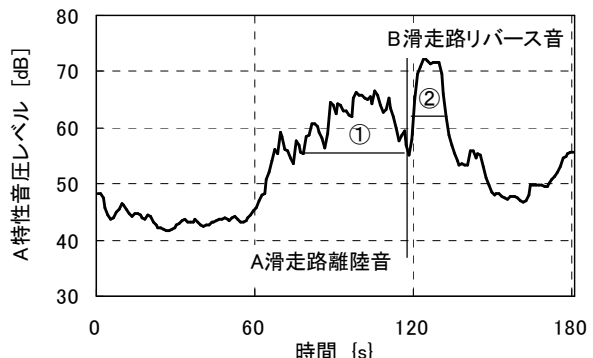
区間 A+B+C：　　　　　$L_{AE,A+B+C}$=95.3 dB

(2) 単発騒音と単発騒音が重畳する場合

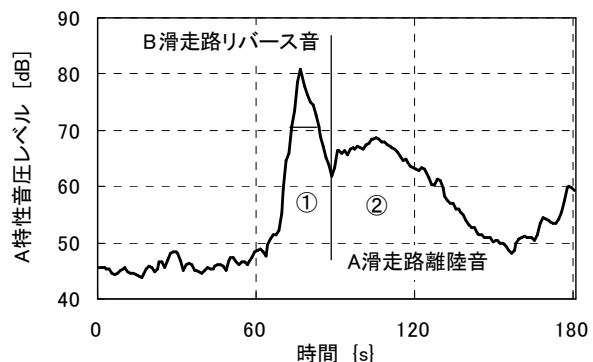
航空機の運航状況によっては、複数の単発騒音が重畳して観測される場合がある。しかし、その状況は千差万別であり、測定データの処理方法を画一的に定めることは難しい。そこで、幾つかの事例を取り上げ、各々の処理方法やその方法による単発騒音暴露レベルを示すこととする。

1) 離陸と着陸に伴う騒音が重畳する場合

複数の滑走路がある飛行場では、測定地点によっては離陸滑走や着陸時のリバースに伴う騒音が重畳して観測されることがある。

参図 4.1-4 は、A 滑走路の離陸滑走に伴う騒音①の騒音レベルが下がっているところに、B 滑走路のリバースに伴う騒音②が重畳して観測された事例である。①と②とも、($L_{A,Smax}$ −10) dB 以上の区間を抽出でき、各々の単発騒音として分離し処理できる。

参図 4.1-4

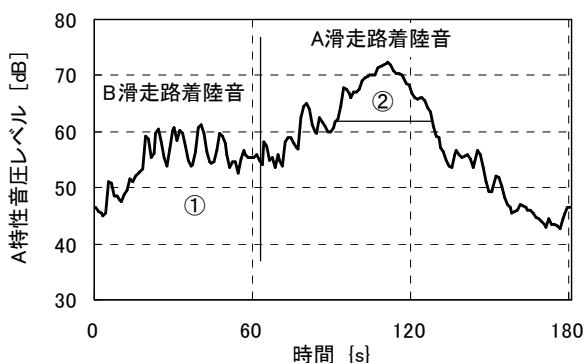
区間① : L_{AE}=78.4 dB
区間② : L_{AE}=81.0 dB

参図 4.1-5 は、B 滑走路のリバースに伴う騒音①の直後に A 滑走路の離陸滑走に伴う騒音②が観測された例である。自動監視装置による場合は、①のみが、($L_{A,Smax}$ −10) dB 以上の区間を抽出でき、単発騒音として識別される。仮に②の部分を欠測と考え**参考資料 4.3** の欠測の影響に関する記述を参照するならば、欠測率が 10%以内に止まれば L_{den} 評価値の誤差は 0.5dB 以内 に収まるので、②の部分は航空機騒音として検出できないままでも構わないといえる。しかし、騒音発生状況をより詳しく把握したいなどの場合は、手動操作により①と②を分離し、②の騒音レベルの立ち上がり部分の範囲の欠落を承知で、L_{AE} を算定することもできる。

参図 4.1-5

区間① : L_{AE}=86.0 dB
区間② : L_{AE}=81.8 dB
区間①+② : L_{AE}=87.4 dB

2) 着陸に伴う騒音が重畳する場合

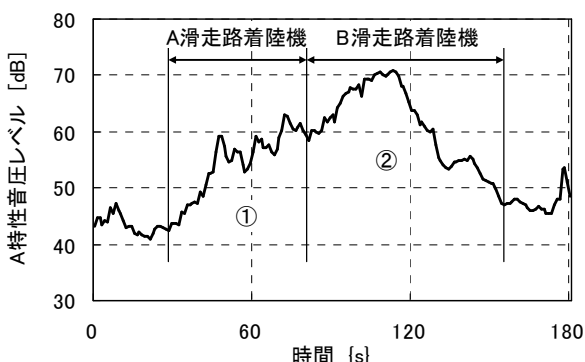
参図 4.1-6～参図 4.1-8 は、平行滑走路へ同時に着陸進入し、重畳する事例である。

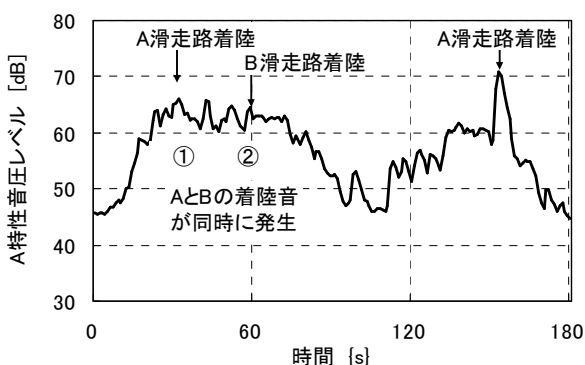
参図 4.1-6 は、B 滑走路への着陸進入に伴う騒音①の騒音レベルが十分下がる前に A 滑走路への着陸進入に伴う騒音②が重畳して観測された事例である。自動監視装置による場合は、②のみが単発騒音として識別される。有人測定の場合は、手動操作により①を単発騒音として識別することが可能である。しかし、それを加味し、①＋②と合算しても 84.5 dB となるに止まり、0.3 dB のレベル増加に止まるため①の寄与は大きくない。

参図 4.1-6

区間①　　：L_{AE}=73.7 dB

区間②　　：L_{AE}=84.2 dB

区間①+②：L_{AE}=84.5 dB

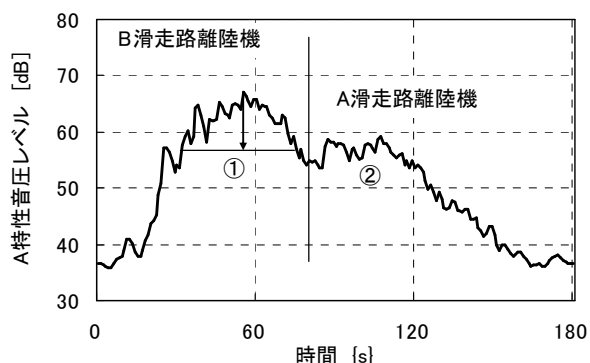
参図 4.1-7 も前図と同様の状況で観測された事例であるが、①と②の区別が一段と難しい。こうした場合は、②を単発騒音として評価し記録するが、①は単発騒音としての評価なしでイベントの記録を残すに止めざるを得ない。①と②に合算しても、L_{AE}の増加は小さく、L_{den}には影響しないと考えてよい。

参図 4.1-7

参図 4.1-8 は平行滑走路に同時に①と②が着陸進入した事例である。両者は、騒音レベルも同程度で、分離することが困難であり、1 つの単発騒音として評価することになる。自動監視装置による場合は、運航情報と照合を行ったとしても観測された単発騒音を分離することは難しく、便宜上どちらかのイベントとして記録せざるを得ない。有人測定の場合は、測定員が目と耳を使ってどちらの寄与が大きかったかを判断することが可能であり、その結果を記録すれば、データ処理においてイベントとの対応づけなどを行う際に役立つ。

参図 4.1-8

3) 離陸に伴う騒音が重畳する場合

参図 4.1-9～**参図 4.1-10** は、平行滑走路から同時に離陸滑走し、重畳する事例である。

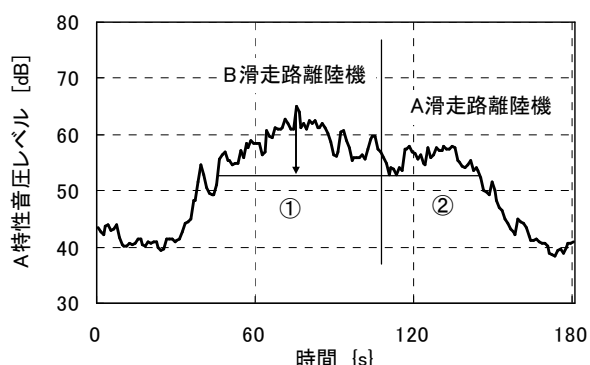
参図 4.1-9 では B 滑走路からの離陸滑走に伴う騒音①の騒音レベルが十分下がる前に A 滑走路からの離陸滑走に伴う騒音②が重畳して観測された事例である。

自動監視装置による場合は、①のみが単発騒音として識別され、②は評価されない可能性が高い。有人測定の場合は、②を単発騒音として処理することも可能であるが、その場合でも②の寄与は 0.8 dB とあまり大きくない。

参図 4.1-9

区間①　　：L_{AE}=79.0 dB

区間②　　：L_{AE}=72.3 dB

区間①+②：L_{AE}=79.8 dB

参図 4.1-10 も前図と同様の状況で観測された事例であるが、①と②が重畳し、1 つの単発騒音として観測された事例である。自動監視では①と②は 1 つの単発騒音として処理される。有人測定の場合は、手動操作により、例えば図中の実線のところで分離すれば、①と②を異なる単発騒音として処理することが可能である。このような処理は、滑走路・離着陸別の騒音影響を詳細に分析したい場合など特別な場合に行えば良い。通常は、複数の航空機が続けて離陸し観測される騒音レベル変動がつながってしまったとしても、L_{AE} の算定への影響は 1 dB 以下に止まる。

参図 4.1-10

区間①　　：L_{AE}=77.5 dB

区間②　　：L_{AE}=71.3 dB

区間①+②：L_{AE}=78.2 dB

(3) 単発騒音と妨害音が重畳する場合

単発騒音として観測される航空機騒音に妨害音が重畳する場合がある。無人測定の場合は、妨害音の重畳を検出できないことが多い。また、音源識別機能を有する自動監視装置を用いた場合でも正しく妨害音の重畳を識別することは難しいことが多く、自動監視装置が航空機騒音と判別した測定データは、そのまま評価に用いることとなる。一方で、有人測定の場合は、測定員が妨害音の区間を特定でき、単発騒音の $L_{A,Smax}$ を算出できることもある。このような場合には、以下の方法を参考に、妨害音を処理し、その影響を軽減することも可能である。

1）妨害音の処理

(a). 妨害音の $L_{A,Smax}$ が単発騒音の $L_{A,Smax}$ より小さく、妨害音の継続時間が短い場合は、妨害音の区間を除外せず L_{AE} をそのまま算定してもよい。妨害音による影響は、妨害音の騒音レベルと継続時間に依存する。このとき、妨害音がない場合の L_{AE} との差（以下「算定誤差」という。）は 0.5 dB 程度、大きくても 1 dB 程度以下である。

(b). 妨害音の継続時間が短い場合は、妨害音の区間を除外して L_{AE} を算定してもよい。妨害音による影響は、妨害音の $L_{A,Smax}$ の発生時刻と単発騒音の $L_{A,Smax}$ の発生時刻の関係に依存する。このとき、それぞれの発生時刻が離れている場合は、除外による算定誤差は 0.5 dB 程度以下である。ただし、それぞれの発生時刻が近い場合は、除外による影響が大きいため、欠測とする。

(c). 妨害音の継続時間が長い場合で、単発騒音の区間の相当広い範囲を占める場合は、欠測とする。

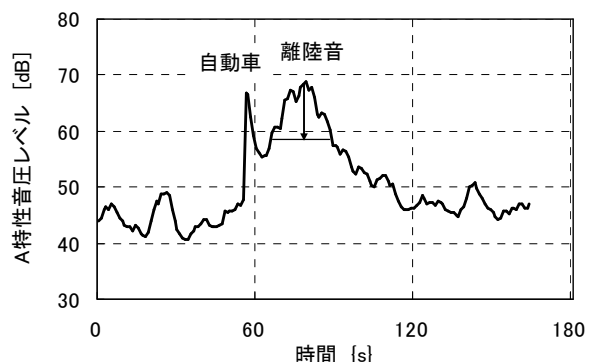
(d). 欠測とした単発騒音の継続時間が算出できない場合で、単発騒音暴露レベル L_{AE} を算定する必要がある場合は、当該地点で観測される別の同一機種・同一運航形態（滑走路、離着陸の別、飛行経路が同じ）の測定データの平均の継続時間から代用し、以下の式により L_{AE} を推定する。

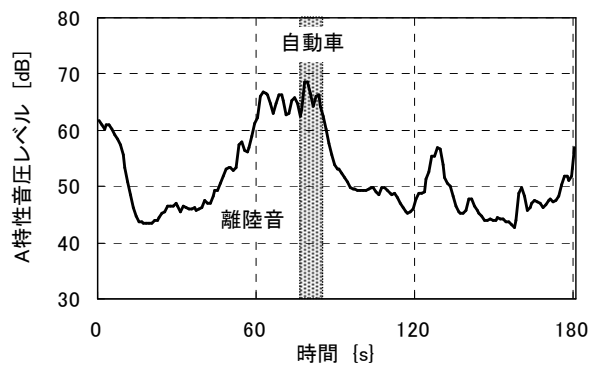
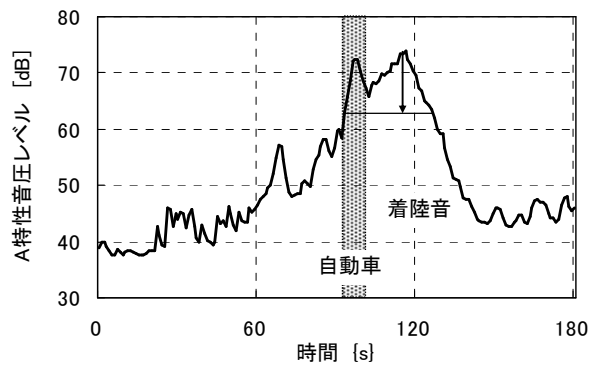
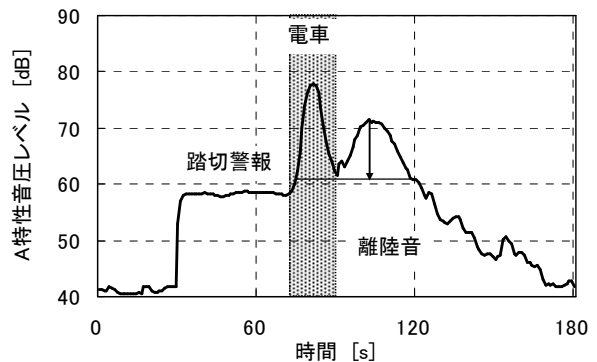
$$L_{AE} = L_{A,S\max} + 10\log_{10}\frac{T_{10}}{2} \quad (参\text{-}1)$$

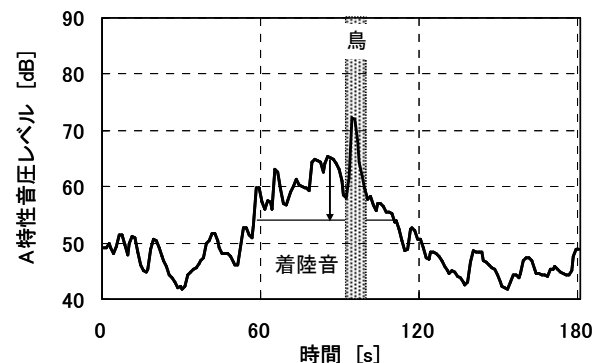
ここに，T_{10} は同一機種・同一運航形態の継続時間の測定値の平均値[s]である。

(e). 妨害音が定期的に発生する可能性がある場合は、マイクロホン設置場所や測定地点を見直すことも必要である。また、自動監視装置による場合は、上述のような除外、代用等の手段は取れないため、そのまま評価するか欠測とすることになる。よって、測定地点の選定の際には十分留意することが必要である。

2）妨害音の事例

参図 4.1-11 は、離陸に伴う騒音が観測された際に自動車が通過した事例である。妨害音の発生時刻が単発騒音の区間の外であったため、処理に問題はない。

参図 4.1-11

参図 4.1-12 は、離陸に伴う騒音が観測された際に自動車が通過し、最大騒音レベルの音源が不明な事例である。有人測定の場合でも、妨害音の区間を特定できない場合は、単発騒音の $L_{A,Smax}$ が読み取れないと判断して、欠測とする。ただし、自動監視装置による場合は、航空機騒音と識別される場合がある。

参図 4.1-13 は、着陸に伴う騒音が観測された際に自動車が通過した事例である。単発騒音暴露レベルの算定範囲に妨害音が重畳しているが、妨害音の $L_{A,Smax}$ が単発騒音の $L_{A,Smax}$ より小さく、継続時間が短いことから、妨害音を含んだまま L_{AE} を算定する。

参図 4.1-14 は、離陸に伴う騒音が観測された直前に、鉄道が通過した事例である。単発騒音の $L_{A,Smax}$ は読み取れる。妨害音の継続時間が短く、単発騒音の主な部分は観測できていることから、妨害音の区間を除外して L_{AE} を算定する方法が適切である。

参図 4.1-15 は、着陸に伴う騒音が観測された際に、鳥の鳴き声が入った例である。単発騒音の $L_{A,Smax}$ よりも妨害音の $L_{A,Smax}$ が大きい。妨害音の区間が明確であり、継続時間が短いことから、妨害音の区間を除外して L_{AE} を算定する方法が適切である。

参図 4.1-12

参図 4.1-13

参図 4.1-14

参図 4.1-15

4.2 準定常騒音の処理

マニュアル P.18

6.4 測定データの処理

6.4.4 準定常騒音の騒音暴露レベルの算出

準定常騒音の騒音暴露レベル $L_{AE,T}$ は、6.4.2 のいずれかの方法における単発騒音の区間を、準定常騒音の区間に置き換えて、式(9)又は式(10)により算出し、デシベル値の小数第2位以下を四捨五入して小数点以下第1位までの値で表す。ただし、準定常騒音の区間は、騒音レベルが($L_{A,BGN,static}$ ＋10) dB 以上の時間範囲とする。

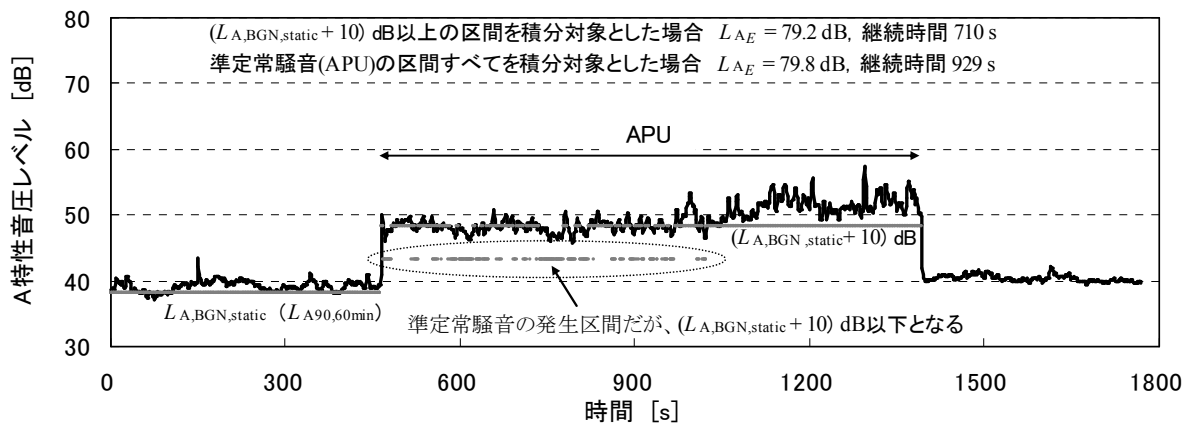
注記 準定常騒音が時間帯区分をまたがる場合[(1)]、準定常騒音のレベル変動により準定常騒音が一時的に ($L_{A,BGN,static}$＋10) dB 以下になる場合[(2)]、準定常騒音と単発騒音が重畳する場合[(3)]、準定常騒音と妨害音が重畳する場合[(4)]には、6.4.2 のいずれかの方法を用いて準定常騒音の騒音暴露レベルを算出すること以外に、特殊な場合として、別に処理が必要な場合もある。

準定常騒音暴露レベルの算出は、準定常騒音の区間を騒音レベルが($L_{A,BGN,static}$＋10) dB 以上の時間範囲とし、そのエネルギーを積分する方法で行えばよい。しかし、この方法のみでは、準定常騒音の騒音暴露レベルを適切に処理できないこともある。そこで、特殊な場合の取り扱いとして、以下に幾つかの事例を取り上げ、各々の処理方法を示す。ただし、後述の処理方法については、有人測定において、測定後に現地での記録を参照し、騒音レベルのデジタル記録から準定常騒音の区間を抽出する場合、あるいは無人測定において、音圧信号を記録し、その記録を参照し、騒音レベルのデジタル記録から準定常騒音の区間を抽出する場合に限り適用できるものである。

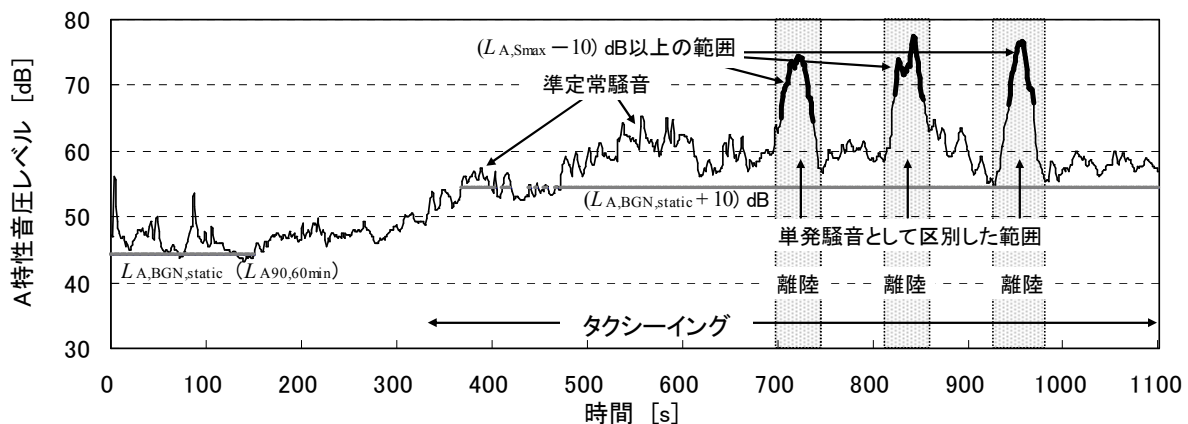
(1) 準定常騒音が時間帯区分をまたがる場合

準定常騒音が、L_{den} を算出する際の時間帯区分をまたがることがある。このような場合は、それぞれの時間帯区分ごとに分割して扱う。それができない場合、影響が大きい側の時間帯区分で発生したものとして扱っても良い。なお、影響が大きい側とは、準定常騒音のレベル変動が小さい場合は、該当する時間帯区分における継続時間の長い側とし、そうでない場合は、騒音レベルが高いものが長時間観測されている側や最大騒音レベルを観測した側などとして判断する。

(2) 準定常騒音のレベル変動により準定常騒音の区間が一時的に途切れる場合

準定常騒音の区間として($L_{A, BGN,static}$ ＋10) dB 以上の時間範囲を検出した場合に、一時的に区間が途切れることがある。**参図 4.2-1**（**参図 3.1-5** に示した空港近傍で深夜時間帯に観測された APU の稼働に伴う騒音の事例と同様のものである。）のように、APU の稼働に伴う騒音の区間は明確に識別できるが、($L_{A, BGN,static}$＋10) dB を下回る区間が何回か出現する。このような場合は、1 つの準定常騒音として扱っても良い。なお、この事例では、準定常騒音の区間を($L_{A, BGN,static}$＋10) dB 以上の時間範囲とした場合の $L_{AE,T}$ が 79.2 dB（710 秒）、発生区間の全てを積分対象とした場合の $L_{AE,T}$ が 79.8 dB（929 秒）であり、騒音暴露レベルの差は 1 dB には至らない。

参図 4.2-1　準定常騒音の区間が一時的に途切れる場合の事例

(3) 準定常騒音と単発騒音が重畳する場合

滑走路近傍では準定常騒音と単発騒音が重畳する場合がある。基本的にはレベル変動等の測定結果から運航形態別に区分して整理しておくことが望ましく、6.4.2 及び 6.4.4 に記載した方法で、単発騒音の区間を準定常騒音の区間から切り出し、それぞれ、単発騒音暴露レベル、騒音暴露レベルを算出しておくとよい。（参図 4.2-2 は参図 3.1-3(a)「滑走路端付近の離陸待機に伴う騒音の事例」の時間範囲をクローズアップしたものである。）

参図 4.2-2　準定常騒音と単発騒音が重畳する場合の事例

単発騒音により準定常騒音の騒音レベルから上昇し始めた時点から準定常騒音の騒音レベルに戻った時点までを、単発騒音の区間として切り出し、準定常騒音の騒音暴露レベル($L_{AE,T}$)の算定範囲からは除外する。単発騒音は通常の算出方法による。

単発騒音の騒音レベルが低く、準定常騒音と単発騒音を分離し難い場合は、そのまま騒音暴露レベルを算出することとし、測定データとしては両者を記録しておく。ただし、欠測の取り扱いにおける混乱を防止し、単発騒音の寄与を二重に加算しないように注意しなければならない。

(4) 準定常騒音と妨害音が重畳する場合

準定常騒音に妨害音が重畳する場合は以下のように取り扱う。

妨害音の騒音レベルが準定常騒音より大きく、その発生区間が明確に特定できる場合は、妨害音により準定常騒音の騒音レベルが上昇し始めた時点から準定常騒音の騒音レベルに戻った時点までを妨害音の区間として切り出し、その区間は準定常騒音の騒音暴露レベル $L_{AE,T}$ の算定範囲からは除外する。妨害音の騒音レベルが低く、準定常騒音と妨害音を分離し難い場合は、そのまま騒音暴露レベルを算出しても良い。

4.3　欠測の処理

(1) 個々の測定データの欠測の場合

マニュアル P.15～16

6.3 測定

6.3.2 測定の実施

（略）

注記4　強風や大雨等の急激な気象条件の変化、測定機器の故障、予期せぬ暗騒音の発生等は必ず記録する。なお、これらの原因により測定データが欠測し、その発生率が高く、測定日ごとの時間帯補正等価騒音レベルへの影響が無視できない場合は、改めて測定を行い、不足を補うことが望ましい。

参表 4.3 は、有人測定、無人測定の場合に関わらず、一日のある測定データ L_{AE} が欠測した場合に、測定日ごとの L_{den} への影響を試算した結果である。航空機騒音の発生状況（単発騒音暴露レベル L_{AE}、発生頻度）が 1 日を通じて変わらないと仮定した場合の欠測率による測定日ごとの L_{den} への影響を示している。。

参表 4.3　測定データ L_{AE} の欠測率と測定日ごとの L_{den} への影響

測定データ L_{AE} の欠測率 [%]	10	20	30	50
測定日ごとの L_{den} への影響度 [dB]	-0.5	-1.0	-1.5	-3.0

実際は個々の単発騒音暴露レベル L_{AE} や発生頻度は変わるため、上記の表はあくまで目安である。測定データ L_{AE} が欠測した場合には、以下の方法を参考に、評価量への影響を考慮し、欠測に対する処理を行う。

(a). 測定データ L_{AE} の欠測率が 10 %未満の場合は、測定日ごとの L_{den} への影響は 0.5 dB 未満（整数値で 1 dB には至らないもの）であるため、評価量への影響は小さいものとして無視する。ただし、欠測とした単発騒音の単発騒音暴露レベル L_{AE} を算出する必要がある場合は、当該地点で観測される別の同一機種・同一運航形態の測定データの平均（L_{AE} のエネルギー平均）をもって代用する。しかし、測定地点から航空機までの距離が長い場合、飛行経路のばらつきが大きい場合、航空機が地上にあって騒音が地面に沿って伝搬する場合には、機種や運航形態が同じでも騒音レベルが大きく変化する可能性があり、測定データの平均での代用が妥当かどうかについて注意を要する。

(b). 測定データ L_{AE} の欠測率が 20 %程度の場合は、何らかの推定や代用で補完するか、不確かさの増大を付記する。

(c). 測定データ L_{AE} の欠測率が 20 %を大きく超える場合は、評価量への影響を無視できないため欠測日とし、別の日に追加測定を行い補完することが望ましい。なお、改めて測定することを検討する場合、タイプ 1 の飛行場では曜日による運航状況の違いは大きくないが、それ以外の飛行場では曜日により飛行状況が大きく異なる可能性があり注意を要する。

なお、L_{den} は 1 日（＝24 時間）にわたる時間帯補正付き騒音暴露エネルギー累積値を 24 時間という時間間隔で除して平均した等価騒音レベルであり、欠測時間を除外した時間で除して算出してはならない。

(2) 日単位の欠測の場合

> マニュアル P.19～20
>
> 6.5 評価
>
> 6.5.1 時間帯補正等価騒音レベルの算出
>
> （略）
>
> (2) 測定期間の時間帯補正等価騒音レベルの算出方法
>
> 測定日ごとの時間帯補正等価騒音レベルから、測定期間の時間帯補正等価騒音レベルを次式により算出し、当該測定地点における評価量（時間帯補正等価騒音レベル：$\overline{L}_{\mathrm{den}}$）とし、デシベル値の小数第 1 位以下を四捨五入して整数値で表す。（略）
>
> 注記1　（略）
>
> 注記2　測定対象となる航空機騒音が測定されず、データ数が 0 であった日は、その日の騒音暴露量が 0 であったとみなし、そのまま測定期間に算入する。ただし、短期測定において、台風や積雪等の気象条件、測定機器の故障、予期せぬ暗騒音の発生等により日単位で欠測する場合は、欠測日を除外した残りの期間から評価量を算出する。

1) 短期測定の場合

短期測定において、航空機騒音が測定されなかった日は、その日の騒音暴露量が 0 であったとみなし、そのまま測定期間に算入する。ただし、台風や積雪等の気象条件、測定機器の保守点検や取替え、故障等により日単位で欠測する場合は、欠測日を除外した残りの期間から評価量を算出する。

なお、日単位で欠測し、その発生率が高く、評価量への影響が無視できない場合は、欠測の理由によらず、改めて測定を行い、不足を補う。このとき、前述(1)の処理方法に準じ、**参表 4.3** の測定データ L_{AE} の欠測率を日単位での欠測率、測定日ごとの L_{den} への影響度を測定期間の L_{den} への影響度に置き換え、以下の方法を参考に、欠測に対する処理を行う。

(a). 日単位の欠測率が 10 %未満の場合は、評価量（測定期間の L_{den}）への影響は 0.5 dB 未満（整数値で 1 dB には至らないもの）であり、、評価の信頼性は変わらないと考えて良い。よって、欠測日を除外した残りの期間から評価量を算出する。

(b). 日単位の欠測率が 10 %以上の場合は、評価量（測定期間の L_{den}）への影響は 0.5 dB 以上（整数値で 1 dB 以上）であり、評価の信頼性を保つため、別の日に追加測定を行い補完する。これは、測定期間が 7 日間では 1 日の欠測も許容されず、14 日間では 2 日の欠測は許容されないことを意味する。

2) 通年測定の場合

マニュアル P.20

6.5 評価

6.5.2 長期平均時間帯補正等価騒音レベルの算出

長期基準期間に含まれる時間帯補正等価騒音レベルから、長期平均の時間帯補正等価騒音レベルを式(7)により算出し、当該測定地点における評価量（長期平均時間帯補正等価騒音レベル：$L_{den,LT}$ ）とし、デシベル値の小数第 1 位以下を四捨五入して整数値で表す。（略）

注記1 （略）

注記2 通年測定において、台風や積雪等の気象条件、測定機器の故障や取替え・保守点検、予期せぬ暗騒音の発生等により日単位で欠測する場合は、欠測期間を除外した残りの期間から評価量を算出する。

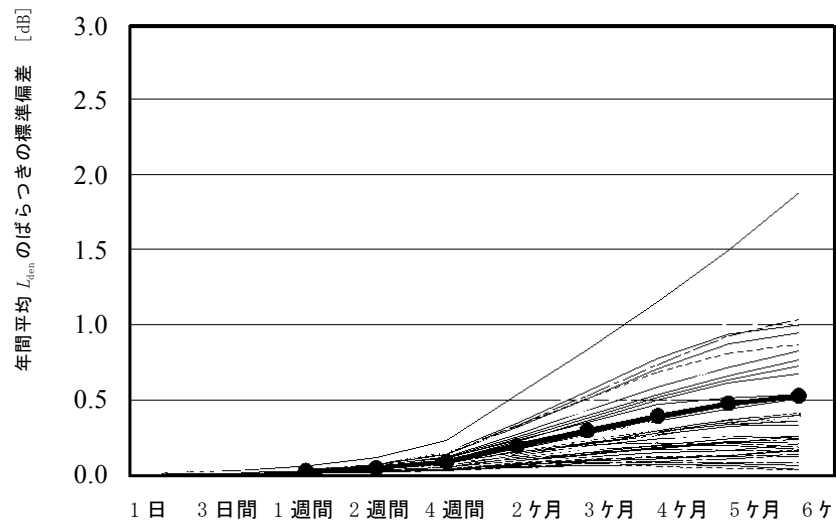
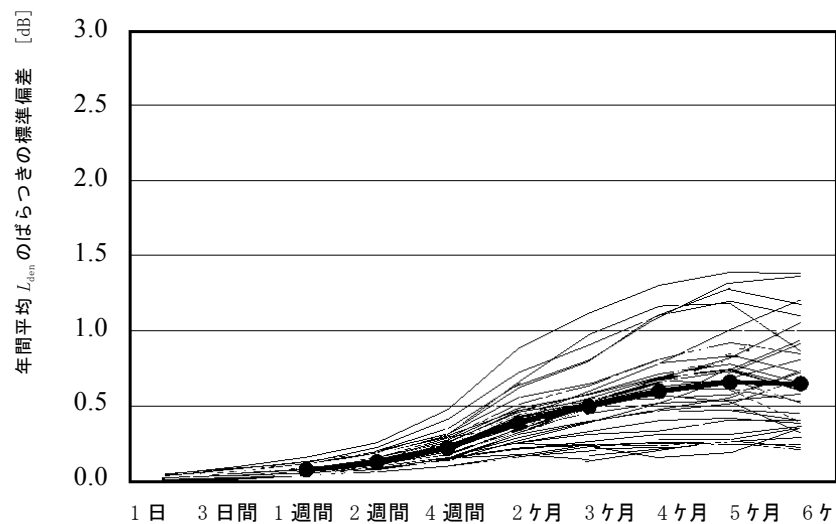
通年測定において、測定機器の測定機器の故障や取替え・保守点検等により日単位で欠測する場合は、欠測期間を除外した残りの期間から評価量（年間平均の L_{den}）を算出する。通年測定の場合は、追加測定ができないため、以下の方法を参考に、欠測による影響を見積もり、その処理を行う。

(a). 日単位の欠測率が 10 %未満の場合（欠測期間が概ね 1 ヶ月まで）は、評価量（年間平均の L_{den}）への影響は 0.5 dB 未満（整数値で 1 dB には至らないもの）であり、評価量の信頼性は変わらないと考えて良い。

(b). 日単位の欠測率が 20 %程度までの場合（欠測期間が概ね 2 ヶ月まで）は、算出した評価量に欠測期間及び欠測により不確かさが増大していることを付記する。

(c). 日単位の欠測率が 20 %を大きく超える場合（欠測期間が 2 ヶ月以上）は、算出した評価量に欠測期間及び欠測率を付記する。また、欠測の許容限度を超えるとして、参考値の扱いとすることが望ましい。

欠測による影響は、年間平均の L_{den} の周りのばらつきとして現れる。**参図 4.3** は、(a)は 7 空港、(b)は自衛隊等の使用する 4 飛行場における通年測定の測定データから、欠測期間による年間平均の L_{den} への影響を検討した結果である。グラフの縦軸は、特定の期間における測定日ごとの L_{den} を除外した残りの期間から算出した L_{den} と、一切除外しない年間平均の L_{den} との差の標準偏差を示している。空港では概ね 2 ヶ月、自衛隊等が使用する飛行場では概ね 1 ヶ月の欠測期間を超えると標準偏差が急激に大きくなる。

(a). 空港

(b). 自衛隊等の使用する飛行場

参図 4.3　欠測期間を除外して算出した L_{den} と年間平均の L_{den} のばらつきの標準偏差
（●：標準偏差データの平均）

5. 評価

5.1　年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値の算出

マニュアル P.20～21

6.5 評価

6.5.2 長期平均時間帯補正等価騒音レベルの算出

長期基準期間に含まれる時間帯補正等価騒音レベルから、長期平均の時間帯補正等価騒音レベルを式(7)により算出し、当該測定地点における評価量（長期平均時間帯補正等価騒音レベル：$L_{\mathrm{den,LT}}$ ）とし、デシベル値の小数第 1 位以下を四捨五入して整数値で表す。（略）

注記 2　（略）

注記 3　長期基準期間を 1 年として式(8)により算出した評価量のほかに、短期測定で得られた結果から、年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値 $L_{\mathrm{den,year}}$ を算出することができる。

(1) 近傍の通年測定の結果を用いる方法

当該測定地点の近傍に通年測定の測定地点（以下「基準地点」という。）があり、観測される航空機の飛行状況が類似していれば、騒音暴露状況も類似していると仮定して、測定地点の短期測定で得られた結果から年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値を算出することができる。（参図 5.1 参照）

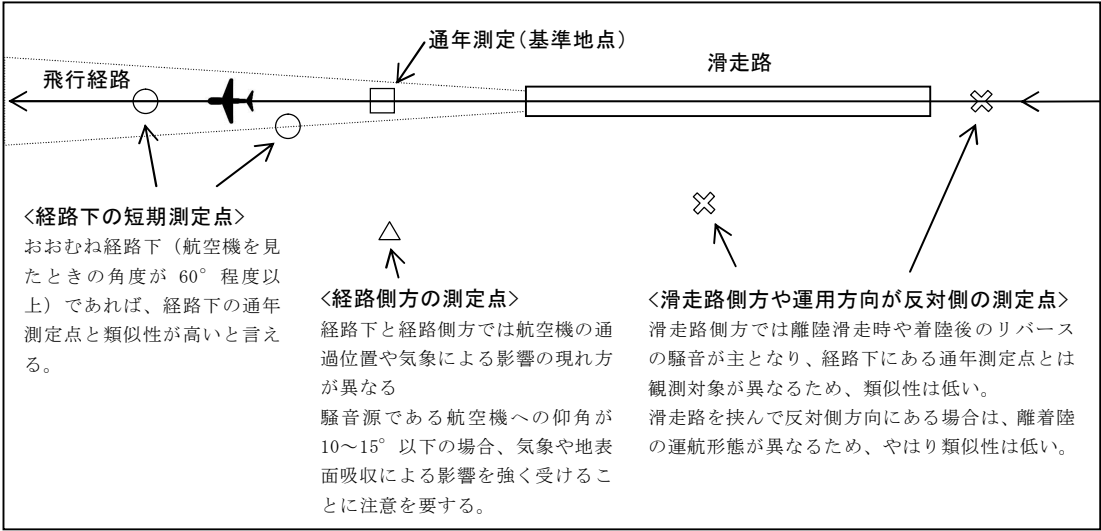
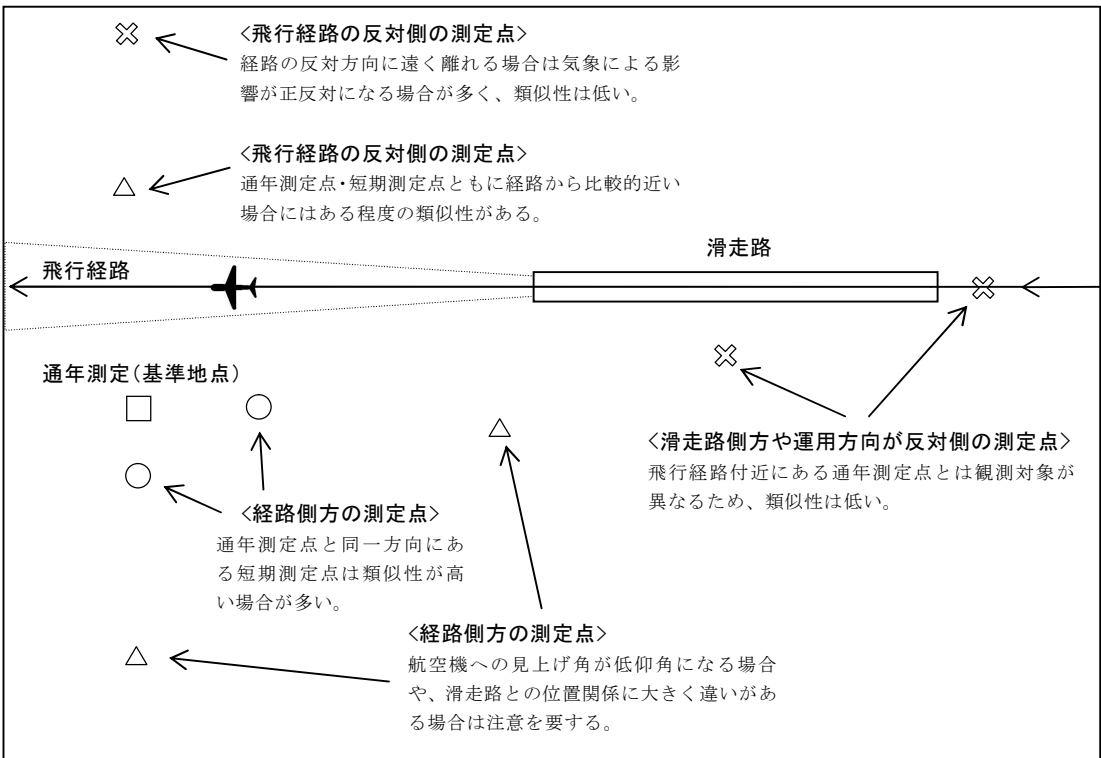
基準地点 r における年間平均時間帯補正等価騒音レベル $L_{\mathrm{den,year},r}$ と基準地点 r における測定地点 m の短期測定と同一期間の時間帯補正等価騒音レベル $L_{\mathrm{den,short},r}$ との騒音レベルの差から、測定地点 m における年間平均時間帯補正等価騒音レベル $L_{\mathrm{den,year},m}$ を式(参-2)により推計することができる。

$$L_{\mathrm{den,year},m} = L_{\mathrm{den,short},m} + \left(L_{\mathrm{den,year},r} - L_{\mathrm{den,short},r}\right) \qquad (参\text{-}2)$$

ここに、$L_{\mathrm{den,year},m}$ は測定地点 m における年間平均の L_{den}、$L_{\mathrm{den,short},m}$ は測定地点 m における短期測定の結果から得た L_{den}、$L_{\mathrm{den,year},r}$ は基準地点 r における年間平均の L_{den}、$L_{\mathrm{den,short},r}$ は基準地点 r における短期測定と同一期間の L_{den} である。

注記1　飛行状況と騒音暴露状況の類似性については、短期測定の測定期間内で日ごとの L_{den} の変化のパターンの類似を眺めたり相関係数を調べたりして判断できる。

注記2　この推計の信頼性は、当該測定地点と基準地点の騒音暴露の観測状況の類似性に依存するため、適切な基準地点を選ばなければならない。測定地点から航空機を見たときの仰角が 10～15 °を下回る場合、観測される騒音の大きさが気象の影響を強

く受けるため、騒音状況の類似性が低下する恐れがあるので注意を要する。

(a). 飛行経路下にある通年測定の測定地点を基準地点として用いる場合

(b). 飛行経路側方にある通年測定の測定地点を基準地点として用いる場合

（ ○：類似性が高い，△：注意を要する，※：利用不可）

参図 5.1　近傍の通年測定の結果を用いる方法

(2) 対象飛行場の運航情報を用いる方法

対象とする飛行場の運用実績等に基づく年間平均の運航情報が利用できる場合には、短期測定で得られた機種別・離着陸別・飛行経路別のエネルギー平均単発騒音暴露レベルから、測定地点における年間平均時間帯補正等価騒音レベル $L_{\mathrm{den,year}}$ を式(参-3)により推計することができる。ただし、地上騒音の寄与は小さいとして無視している。（**参図 5.2** 参照）

$$L_{\mathrm{den,year}} = 10\log_{10}\left(\frac{1}{86400}\sum_i\sum_j\sum_k\sum_l N_{ijk}\cdot r_l\cdot 10^{\frac{L_{\mathrm{A}E,ijl}+\Delta_k}{10}}\cdot r\right) \qquad (参\text{-}3)$$

ここに、N_{ijk} は機種別・離着陸別・時間帯別の（年間平均の日あたり）運航回数、r_l は飛行経路別運航比率で、$\Sigma r_l = 1$（年間の運航割合、各経路割合の計を 1 とする）、i は機種、j は離着陸、k は時間帯、l は飛行経路、$L_{\mathrm{A}E,ijl}$ は機種別・離着陸別・飛行経路別のエネルギー平均単発騒音暴露レベル[dB]、Δ_k は騒音レベルの時間帯補正値[dB]（昼間 : 0 dB、夕方 : 5 dB、夜間 : 10 dB）、r は機種・離着陸別・飛行経路別の騒音発生割合（観測できる割合、$r = 0$～1）である。

注記1　機種別・離着陸別・飛行経路別のエネルギー平均単発騒音暴露レベルは、短期測定で得られたデータから算出する。機種別・離着陸別に最低でも 10 データ、できれば、20 データ以上を収集する必要がある。なお、ここでは、時間帯では騒音レベルが変わらないことを前提としている。これが成り立たない場合は、時間帯別のエネルギー平均単発騒音暴露レベルを用意する必要がある。機種の情報が得られない場合は、全機種でのエネルギー平均単発騒音暴露レベルを用いる。また、飛行経路に大きな隔たりがない場合は 1 つにまとめても良い。ただし、いずれの場合も離着陸別の区分をまとめることはできない。

注記2　機種・離着陸別・飛行経路別に騒音発生状況が異なる場合は、騒音発生割合を加味する。騒音発生割合は短期測定の結果から算定するが、短期測定結果だけで判別できない場合は 0～1 の範囲で経験的に定める。年間を通じて航空機の運航のたびに必ず騒音が発生する場合は発生率を 1 として良い。

注記3　機種別・時間帯別の運航回数の情報が得られない場合は、全機種、全時間の運航回数を使用して推計する。ただし、推計の信頼性は低下する。

短期測定で得られた結果から

① 平均単発騒音暴露レベル L_{AE} の算出

◆機種別・離着陸別・飛行経路別（・時間帯別）のエネルギー平均単発騒音暴露レベルを算出

② 騒音発生割合 r の算出

◆騒音発生状況が異なる場合は、機種別・離着陸別・飛行経路別（・時間帯別）の騒音発生割合を加味
◆短期測定結果からだけで判別できない場合は経験的に定める

年間の運航情報から

③ 年間平均の日あたり運航回数 N_{ijk} の算出

◆機種別・離着陸別・飛行経路別の運行回数を算出

◆飛行経路別の情報が不明な場合は飛行経路別の使用割合を算出

◆時間帯別の情報が不明な場合は、時間帯別運航割合を設定

年間推計

年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値 $L_{\mathrm{den,year}}$

$$L_{\mathrm{den,year}} = 10\log_{10}\left(\frac{1}{86400}\sum_i\sum_j\sum_k\sum_l N_{ijk}\cdot r_l\cdot 10^{\frac{L_{\mathrm{AE},ijl}+\Delta_k}{10}}\cdot r\right)$$

参図 5.2　対象飛行場の運航情報を用いる方法

5.2　航空機騒音の評価量の信頼性

(a). 航空機騒音の暴露状況は、運航回数の変化、離着陸経路や航空路の混雑に伴う飛行状況の変化、エンジン出力やフラップ設定等の変化、騒音の伝搬特性の変動などの種々の要因の影響を受けて様々な時間スケールで変化する。本マニュアルでは、環境基準に基づき年間を通じた平均的な騒音暴露状況を評価することを想定しているため、これらの要因の変化・変動について平均化されたものとなるべきである。

(b). 航空機騒音の測定結果には測定方法や測定器に起因する測定の不確かさが伴う。すなわち、マイクロホンの設置方法、飛行経路と測定地点の位置関係、周辺環境、測定器、暗騒音の算出方法、単発騒音・準定常騒音の検出方法、航空機騒音の識別方法、年間平均値の推計方法などの不確かさであり、いずれも極力小さくすべきものである。

(c). 航空機騒音の測定・評価の種類として、①短期測定（1 回／年）の場合（7 日間、14 日間）、②短期測定（2 回／年、4 回／年）の場合、③短期測定と年間推計を併用する場合がある。これらの方法について、常時騒音監視結果を利用した検討から、評価量の信頼性の高い順に並べ替えた測定・評価方法を**参表 5.2** に示す。

参表5.2　航空機騒音の測定・評価の種類と評価量の信頼性

信頼性	測定・評価の種類
高い	通年測定
↑	短期測定（4 回／年）と年間推計の併用
	短期測定（2 回／年）と年間推計の併用
	短期測定（4 回／年）
	短期測定（2 回／年），短期測定（1 回／年）と年間推計の併用
↓	短期測定（1 回／年）（14 日間）
低い	短期測定（1 回／年）（7 日間）